

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

RAFAEL ANTUNES FERREIRA

**UTILIZAÇÃO DE ANIMAÇÕES INTERATIVAS ALIADA À TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM RECURSO NO ENSINO DE
BIOLOGIA CELULAR**

SÃO MATEUS
2016

RAFAEL ANTUNES FERREIRA

**UTILIZAÇÃO DE ANIMAÇÕES INTERATIVAS ALIADA À TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM RECURSO NO ENSINO DE
BIOLOGIA CELULAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica, na área de concentração Ensino de Biologia na Educação Básica.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Karina Carvalho Mancini
Coorientador: Prof^a. Dr^a. Yolanda Aparecida de Castro Almeida

SÃO MATEUS

2016

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Divisão de Biblioteca Setorial do CEUNES - BC, ES, Brasil)

F383u Ferreira, Rafael Antunes, 1988-
Utilização de animações interativas aliada à teoria da
aprendizagem significativa : um recurso no ensino de biologia
celular / Rafael Antunes Ferreira. – 2016.
88 f. : il.

Orientador: Karina Carvalho Mancini.
Coorientador: Yolanda Aparecida de Castro Almeida.
Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. Ensino. 2. Citologia. 3. Software educacional. 4. Tecnologia
educacional. 5. Estratégias de aprendizagem. I. Mancini, Karina
Carvalho. II. Almeida, Yolanda Aparecida de Castro. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário
Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 37

*A vitória desta conquista dedico com todo meu amor
à minha mãe Célia Maria Antunes, principal
responsável pela minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus de onde provieram as pessoas e circunstâncias que me permitiram chegar até aqui. Dentre elas:

A minha mãe Célia, minha irmã Daniela pelo apoio e incentivo ao longo da minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso.

As professoras Karina Carvalho Mancini e Yolanda Aparecida de Castro Almeida, pela orientação, pelo apoio e pelas inúmeras contribuições nesse trabalho e em minha formação acadêmica. MUITO OBRIGADO!!!

A Mychael e Tatianny, por todos os momentos de apoio, incentivo, preocupação e paciência ao longo das etapas de escrita e pesquisa deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições emitidas à presente pesquisa.

Ao corpo docente do curso de mestrado, pelo convívio, ensinamentos e apoio recebidos.

Aos colegas discentes pela convivência durante este período.

Aos meus alunos, por serem aqueles que me fizeram o profissional que sou me ensinando mais do que poderiam imaginar.

Aos profissionais, estudantes e instituições de ensino que se propuseram a colaborar com essa pesquisa.

Sou muito grato a todos, peço a Deus que os abençoe.

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.”

(David Paul Ausubel)

RESUMO

O estudo da estrutura e do funcionamento das células é importante para o entendimento dos aspectos morfofisiológicos que caracterizam os seres vivos e suas relações com os demais seres vivos e o ambiente. No ambiente escolar, é sabido que o ensino de citologia apresenta grande dificuldade de aprendizagem. A utilização de métodos tradicionais de ensino e resistência ao uso de meios pedagógicos atuais se constitui entre as razões deste problema. O objetivo principal deste estudo foi disponibilizar uma estratégia de aprendizagem, a partir de um recurso potencialmente significativo, para o ensino da célula na disciplina de Biologia. Foi produzida e utilizada uma animação interativa como ferramenta mediadora da aprendizagem significativa de conceitos relacionados à célula, com alunos do primeiro ano do Ensino Médio em uma instituição de ensino particular. O impacto do recurso no processo de ensino e aprendizagem foi medido através de questionário aplicado aos alunos e pela confecção de mapas conceituais. Os resultados, expostos mediante uma descrição interpretativa do processo de intervenção, demonstram que os alunos ampliaram o conhecimento sobre o tema em questão e evidenciam que uma dinâmica de aula baseada no uso de animações interativas, aliado ao uso de organizadores prévios e à construção de mapas conceituais, foi um importante fator de motivação e desenvolvimento dos estudantes, favorecendo a aprendizagem significativa dos conteúdos. Além disso, a pesquisa possibilitou o contato com as novas tecnologias de aprendizagem, permitindo aos alunos vivenciar e experimentar novas formas de aprender citologia em um contexto significativo e na condição de sujeitos de sua aprendizagem.

Palavras-chave: David Ausubel. Ensino de Biologia. Tecnologias na Educação. Célula. Software Educativo.

ABSTRACT

The study of the structure and functioning of cells is important for the understanding of morphophysiological aspects that characterize living beings and their relations with other living beings and the environment. In the school environment, it is known that cytology teaching presents great difficulty in learning. The use of traditional methods of teaching and resistance to the use of current pedagogical means are among the reasons for this problem. The main objective of this study was to provide a learning strategy based on a potentially significant resource for the teaching of the cell in the discipline of Biology. An interactive animation was produced and used as a mediating tool for meaningful learning of concepts related to the cell, with first year high school students in a private educational institution. The impact of the resource in the teaching and learning process was measured through a questionnaire applied to the students and by the creation of conceptual maps. The results, presented through an interpretative description of the intervention process, show that the students have broadened the knowledge about the subject in question and show that a classroom dynamics based on the use of interactive animations, combined with the use of previous organizers and the construction of maps Conceptual, was an important factor of motivation and development of the students, favoring the significant learning of the contents. In addition, the research made possible the contact with the new learning technologies, allowing students to experience and try out new ways to learn cytology in a meaningful context and as subjects of their learning.

Keywords: David Ausubel. Biology teaching. Technologies in Education. Cell. Educational software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Relações entre aprendizagem significativa, aquisição de significados, potencial significativo e significado psicológico	24
Figura 2 –	Processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora	25
Figura 3 –	Mapa conceitual do tipo hierárquico	31
Figura 4 –	Registro fotográfico da intervenção com o auxílio da animação interativa (A e B)	48
Figura 5 –	Animação interativa “Celulópolis”	55
Figura 6 –	Distribuição dos tipos de mapas conceituais na pesquisa ...	57
Figura 7 –	Mapas conceituais. (A): Teia de aranha (MC3); (B): Hierárquico (MC8)	59
Figura 8 –	Quantidade e qualidade dos conceitos presentes nos mapas conceituais	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Paralelo entre as principais teorias de aprendizagem	17
Quadro 2 –	Principais tipos de mapas conceituais e suas características	30
Quadro 3 –	Classificação dos softwares educativos	40
Quadro 4 –	Comparativo entre as funções e as estruturas da célula eucarionte animal e uma cidade	54
Quadro 5 –	Levantamento dos termos relacionados à cidade encontrados nos mapas conceituais	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Levantamento de conceitos ausentes, não conceituados (citações) ou incorretos nos 10 mapas conceituais elaborados	62
Tabela 2 – Médias das respostas do questionário	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	15
Objetivo geral	15
Objetivos específicos	15
CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM	16
1.2 ORIGEM DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	20
1.3 O ENSINO NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	22
1.3.1 Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa	22
1.3.2 Condições para uma aprendizagem significativa	23
1.3.3 Organizadores prévios	26
1.4 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	28
1.4.1 Mapas conceituais como ferramenta avaliativa	29
CAPÍTULO II – ENSINO DE BIOLOGIA CEULAR	33
2.1 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA CÉLULA NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA	33
2.1.1 Breve contexto do ensino de Biologia Celular: dificuldades e possibilidades	33
2.2 TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE BIOLOGIA	36
2.2.1 Tecnologias e suas aplicações	36
2.2.2 O uso de animações interativas para uma aprendizagem significativa da célula	41
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	44
3.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	44
3.2 DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA	44
3.2.1 Aplicativos utilizados	44
3.2.2 Fontes de informações consultadas	45
3.2.3 Produção da animação interativa	45
3.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA	46
3.4 PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES	47

3.5 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	49
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA	52
4.1.1 Aplicativos utilizados e fontes de informação consultadas	52
4.1.2 Produção da animação interativa	53
4.2 OBSERVAÇÃO DAS INTERVENÇÕES	56
4.3 MAPAS CONCEITUAIS	57
4.3.1 Categorização dos mapas conceituais por forma de produção e características de composição	57
4.3.2 Categorização dos mapas conceituais por presença, quantidade e ausência de palavras-chave	60
4.3.3 Relações entre o organizador prévio e o conteúdo de Biologia	61
4.4 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	63
4.5 ANÁLISE CONJUNTA DOS MAPAS CONCEITUAIS E DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	66
CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICES	75
APÊNDICE A – GUIA PARA ELABORAÇÃO DE ANIMAÇÃO INTERATIVA	76
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	79
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO DA INSTITUIÇÃO	81
APÊNDICE D – PLANO DE AULA (INTERVENÇÃO)	83
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA	86

INTRODUÇÃO

O entendimento da célula, suas estruturas e funções representa um conhecimento fundamental para se compreender os seres vivos e suas complexidades (MELO e ALVES, 2011). Além disso, o estudo da célula, por esta ser uma unidade fundamental para a formação dos organismos vivos, possibilita ao aluno fazer associações com outros conteúdos de Biologia, tais como biologia molecular, histologia, embriologia, fisiologia humana e genética.

De acordo com Moraes (2005), o ensino de Biologia Celular vem exigindo práticas diversificadas para a concretização de sua aprendizagem, observadas as dificuldades dos alunos na compreensão de muitos conceitos biológicos. Entretanto, ainda são utilizadas estratégias de memorização e limitados recursos didáticos, que levam a fragmentação do conhecimento, característica de uma aprendizagem mecânica de conceitos. Os alunos, neste contexto, podem se acostumar a memorizar as informações visando somente a aprovação nas avaliações e, assim, tendem a aceitar as informações como verdades absolutas em um modelo de ensino pouco comprometido com uma aprendizagem significativa e que não os prepara para o domínio do conhecimento fora do ambiente escolar.

Tais aspectos são contrários às perspectivas propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2016), onde é indicado que o ensino das Ciências da Natureza deve ser realizado a partir de diferentes estratégias e com o uso de múltiplos instrumentos didáticos, buscando sempre promover o encantamento, o desafio e a motivação dos estudantes para o questionamento. No que se refere ao ensino de citologia, com seus conceitos complexos e de difícil visualização, quando apresentados apenas sob uma metodologia verbal ou textual, costumam demonstrar falhas na aprendizagem (SANTOS et al, 2006).

No Ensino Médio, a Biologia é uma disciplina dinâmica cujo estudo possibilita a utilização de diferentes estratégias, metodologias, instrumentos e recursos de ensino. Assim, tecnologias educacionais e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), permitem novas possibilidades para uma aprendizagem

significativa de conteúdos tais como os de Biologia Celular abordados no Ensino Médio. O uso dessas tecnologias computacionais, aliadas a aparatos pedagógicos fundamentados em teorias educacionais, tem-se mostrado um poderoso colaborador no processo de ensino e aprendizagem (NOGUEIRA et al, 2000; MORAES e GRIGOLI, 2006; SANTOS et al, 2006; CARDOSO, 2012).

Por ser o autor do presente estudo, professor de Biologia no Ensino Médio há seis anos, foi possível perceber que a maioria dos alunos chegam a este nível de escolaridade descrevendo a célula como a unidade da vida, porém sem compreender suas estruturas e relacionar seus aspectos fisiológicos ao funcionamento dos organismos. A observação e experiência docente do autor possibilitaram o acúmulo de subsídios necessários para o desenvolvimento do presente estudo, contribuindo, assim, com uma nova ferramenta para o ensino de Biologia Celular. Assim, essa investigação contribuiu com uma reflexão sobre o ensino da célula no primeiro ano do Ensino Médio, discutindo como o uso de animações interativas pode contribuir para uma aprendizagem significativa. Para a organização do pensamento e desenvolvimento da pesquisa, a dissertação está estruturada em seis capítulos, à saber:

No primeiro capítulo, após uma comparação entre as teorias da aprendizagem, é apresentada a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, um referencial teórico pensado para a sala de aula e cuja aplicação pode ser uma das possibilidades para a melhoria almejada na pesquisa.

No segundo capítulo foi realizada uma revisão sobre o ensino e a aprendizagem do tema célula na disciplina de Biologia no Ensino Médio e, também, a conceituação e exemplificação das Tecnologias da Informação e Comunicação e como a Teoria da Aprendizagem Significativa pode ser aplicada a esses contextos.

No terceiro capítulo apresenta-se a metodologia utilizada na presente investigação, juntamente com a produção dos recursos didáticos e o contexto da intervenção realizada dividido em planejamento, desenvolvimento e avaliação.

No quarto capítulo foram apontados e discutidos os resultados coletados no processo de intervenção, com o objetivo de identificar os aspectos positivos e os que precisam ser corrigidos na metodologia de ensino e no recurso didático empregado.

Finalmente, no último capítulo, foram apontadas as considerações acerca do trabalho realizado, assim como as possibilidades envolvendo as Novas Tecnologias Educacionais e Tecnologias da Informação e Comunicação na contribuição da aprendizagem significativa do tema célula para o ensino de Biologia no Ensino Médio.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Verificar a eficácia de um instrumento didático digital produzido para o ensino de Biologia Celular com base na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Objetivos específicos

Desenvolver um recurso didático digital a partir de programas computacionais básicos.

Promover a motivação e a integração dos alunos a partir da aplicação da animação interativa desenvolvida.

Observar, através da elaboração e aplicação de um questionário, as impressões dos estudantes frente à animação interativa.

Obter informações, por meio da produção de mapas conceituais, sobre os tipos de estruturas construídas pelos estudantes para um dado conjunto de conceitos.

Indicar, com base nos resultados obtidos, possíveis melhorias e adequações para o uso de animações interativas em sala de aula.

Discutir as contribuições da teoria da aprendizagem significativa nas estratégias metodológicas adotadas.

CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM

A aprendizagem é um meio pelo qual as competências, habilidades, conhecimentos, comportamentos ou valores são adquiridos ou modificados, como resultado de estudo, experiência, formação, raciocínio e observação (LEITE, 2015). Este processo pode ser analisado a partir de diferentes perspectivas, de forma que há distintas teorias de aprendizagem baseadas em diferentes modelos que visam explicar este processo.

É comum o uso do termo “teoria de aprendizagem” quando pretende-se estudar as várias ideias que surgiram para explicar e aperfeiçoar o processo de aprendizagem. Às teorias de aprendizagem são atribuídos diversos significados como condicionamento, aquisição de informação, ampliação de conhecimento, mudança comportamental, capacidade de usar o conhecimento para a resolução de problemas, construção de novos significados ou de novas estruturas cognitivas (LEITE, 2015).

Segundo Moreira (1997), tais atribuições referem-se aos enfoques teóricos behaviorista (comportamentalista), cognitivista e construtivista (humanista), constituindo modelos que visam explicar o processo de aprendizagem dos indivíduos através de um conjunto de conceitos relacionados à prática pedagógica. O Quadro 1 indica um paralelo entre as teorias de aprendizagem segundo os enfoques behaviorista, cognitivista e construtivista.

Quadro 1. Paralelo entre as principais teorias de aprendizagem.

Propriedade	Behaviorismo	Cognitivismo	Construtivismo
Como ocorre a aprendizagem?	Caixa-preta. Foco principal o comportamento observável	Estruturado, computacional	Significado social, criado por cada indivíduo (pessoal)
Que fatores influenciam a aprendizagem?	Natureza da recompensa, a punição, os estímulos	Esquema existente, experiências anteriores	Engajamento, participação, social, cultural
Qual o papel da memória?	A memória é “a fiação” de experiências repetidas – onde recompensa e punição são mais influentes	Codificação, armazenamento, recuperação	Conhecimento prévio remixado para o contexto atual
Como ocorre a transferência?	Estímulo, resposta	Duplicando constrói conhecimento de “conhecedor”	Socialização
Que tipos de aprendizagem são mais bem explicados por essa teoria?	Baseado em tarefas de aprendizagem	Raciocínio, objetivos claros, resolução de problemas	Social, vago (“mal definidos”)

Fonte: Adaptada de Leite (2014).

O behaviorismo traz como ideia base a premissa de que a conduta é controlada por suas consequências, sendo seu princípio fundamental o processo de estímulo-resposta, por isso o termo comportamentalista. Conforme Leite (2015), nessa perspectiva de aprendizagem o aluno é passivo, acrítico e mero reprodutor de informações e tarefas, em um contexto onde o professor controla todo o processo com mecanismos de recompensa, punição, reforço e condicionamento. Consequentemente, a avaliação dessa abordagem teórica é centrada nos resultados e nos objetivos não alcançados, refletindo uma pedagogia transmissiva e memorística.

O behaviorismo começou a ser difundido no final do século XIX com os estudos sobre estímulo condicionado, pelo fisiologista russo Ivan Pavlov, e consolidado a partir do século XX com os estudos de Watson e, posteriormente, os de Skinner (LEITE, 2015). Graças a esses estudos, as ideias de condicionamento foram amplamente aceitas pelo pensamento capitalista da época, que se adequava perfeitamente ao modelo de controle do comportamento humano através de bonificações para os acertos. De acordo com Oliveira (2006), essa concepção passou a ser empregada em muitas escolas, onde a bonificação dos alunos por médias altas, elogios, e até mesmo o castigo e punição eram utilizadas para doutrinar jovens e adolescentes:

[...] foi exatamente essa a mentalidade usada para inspirar certas práticas pedagógicas nas escolas, onde notas, diplomas, elogios, prêmios e castigos, entre outros mecanismos, assumiram mais do que nunca a função de regular o comportamento do aluno como condição para a aprendizagem. (OLIVEIRA, 2006, p. 88)

Diferentemente do behaviorismo, que centra sua atenção para o comportamento humano, as teorias construtivista e cognitivista preocupam-se em explicar os processos mentais, ou seja, ocupam-se dos processos de percepção, compreensão, transformação, armazenamento e utilização do conhecimento. O construtivismo é um referencial teórico de origem psicológica e epistemológica que parte da premissa do sujeito como construtor de seus próprios conhecimentos (MASSABNI, 2007). De acordo com seus pressupostos, o conhecimento não é fornecido pelo meio e nem pré-existente no indivíduo, ele é construído.

Tendo como ideia base a construção do conhecimento, o cognitivismo se estabelece ainda no século XX com diversos teóricos além de Piaget e Vygostky, tais como Gestalt, Bruner, Walon, Johnson-Laird, Ausubel, Novak, Vergnaud, Kelly e Gowin. Segundo essa teoria, o sujeito é estimulado a fazer investigações de acordo com o conhecimento que já possui, internalizando novos conceitos. O indivíduo deve ser valorizado por tudo que ele já tem conhecimento e por sua história de descobertas (LEITE, 2015).

O sucesso de uma situação de ensino pode demandar mais de um enfoque, ou seja, a combinação de várias teorias. Na análise dos eventos educativos como um todo que contempla o aluno, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação, é possível identificar as perspectivas cognitivista e construtivista como os mais aptos para o entendimento dos processos de aprendizagem (CUNHA, 2011).

A partir do exposto, a presente investigação optou pelo uso dos preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS, tendo, por ideia base, o estudo dos processos de ensino e aprendizagem de novos conceitos a partir de conceitos previamente formados pelo aluno, como principal referencial teórico para a investigação realizada (AUSUBEL, 1968; AUSUBEL et al, 1980).

1.2 ORIGEM DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel é fundamentada na Psicologia Cognitivista, ou seja, no estudo dos processos de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Esta teoria tem por objetivo identificar a estruturação de padrões desses mecanismos cognitivos. Nesse contexto, cognição é o processo através do qual o mundo de significados tem origem (MOREIRA e MASINI, 2006).

Significado, segundo Ausubel e colaboradores (1980), é um produto do processo de aprendizagem, no qual o sentido potencial inerente aos símbolos, converte-se em conteúdo cognitivo, diferenciado para um certo indivíduo. Já a aprendizagem, segundo o mesmo autor, significa organização e integração da nova informação na estrutura cognitiva. Um material, informação ou ideia é considerado potencialmente significativo quando pode ser relacionado, de forma não literal e em interação, com algum conhecimento prévio especificamente relevante, ou seja, a estrutura cognitiva do indivíduo.

Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando novas ideias e informações, que apresentam uma estrutura lógica, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles

assimilados e contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (AUSUBEL et al, 1980).

Portanto, o conceito de aprendizagem significativa ausubeliana, na qual novos saberes adquirem significados por meio da interação com conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, é subjacente a várias outras teorias, sendo um conceito supra teórico, mas, do ponto de vista instrucional, é mais útil na visão original de Ausubel (MOREIRA, 2011).

O foco principal das pesquisas de Ausubel foi a aprendizagem escolar, por este motivo, segundo Moraes (2005), acredita-se que suas ideias podem contribuir para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Essa teoria foi proposta na década de 1960 e reiterada por seu próprio criador quarenta anos depois (AUSUBEL, 2003), tendo uma vasta bibliografia de seguidores posterior a estas obras. Segundo Moreira (2011), interpretações distorcidas da teoria em muitos artigos científicos, levou a uma apropriação superficial e polissêmica do conceito de aprendizagem significativa. Esta superficialidade no estudo da teoria ocasionou, em muitos casos, a banalização do termo, ou seja, vários tipos e processos de aprendizagem foram tidos como significativos. Segundo o autor:

Toda a aprendizagem passou a ser significativa, todas as metodologias de ensino passaram a objetivar a uma aprendizagem significativa. Uma trivialização do conceito. Não houve, no entanto, uma apropriação da teoria ou da filosofia subjacente a ela. (MOREIRA, 2011, p.53)

É importante evidenciar que a teoria da aprendizagem significativa se ocupa da aquisição significativa de um corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino e aprendizagem. Qualquer outra finalidade se aplica ao uso incorreto do conceito proposto na teoria, uma vez que não contempla as condições básicas e contextos de aprendizagem propostos por Ausubel e colaboradores (1980), servindo erroneamente para indicar que houve aprendizagem por parte do aluno.

Apesar do aspecto cognitivo evidenciado, a aprendizagem significativa – uma vez que o ser humano conhece, sente e age – possui também uma perspectiva humanista. Joseph Novak contribuiu para a obra de Ausubel ao evidenciar a importância do domínio afetivo na aprendizagem significativa. Segundo Novak e Gowin (1996), qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre aluno e professor.

Na perspectiva de Novak, quando a aprendizagem é significativa, o aprendiz cresce, tem uma sensação boa e se predispõe a novas aprendizagens na área (MOREIRA, 2011). Assim, em um enfoque humanista, um evento educativo é sempre acompanhado de um evento afetivo e quando o último é percebido positivamente acaba por facilitar a experiência educativa e, conseqüentemente, a aprendizagem significativa.

1.3 O ENSINO NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

1.3.1 Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa

Quando uma informação não é aprendida de forma significativa ela é assimilada mecanicamente. A aprendizagem mecânica, segundo Ausubel e colaboradores (1980), ocorre quando o processo consiste de associações arbitrárias, logo memorísticas, faltando ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa. Já a Teoria da Aprendizagem Significativa propõe que esse processo deve, de forma não literal e não arbitrária¹, relacionar uma nova informação a outros conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva.

No entanto, para Ausubel, esses dois meios de aprendizagem não são opostos e nem se excluem, mas podem estar ao longo de um mesmo processo, visto que a aprendizagem mecânica é inevitável no caso de conceitos inteiramente

¹‘Não literal’ quer dizer substantiva (não ao pé da letra), e ‘não arbitrária’ significa que a interação não é com qualquer conhecimento prévio, mas sim com alguma ideia especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do estudante.

novos para o aluno, mas que posteriormente poderá se transformar em significativa (MORAES, 2005), o que atribui um caráter processual para ambas.

Ainda, baseando-se na teoria ausubeliana, as duas formas de aprendizagem podem ocorrer por recepção ou descoberta. No processo receptivo a informação é apresentada ao aluno em sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta, o conteúdo a ser aprendido necessita ser revelado pelo estudante.

É relevante destacar que é a maneira como o novo conhecimento será armazenado na estrutura cognitiva é o que caracteriza se a aprendizagem é significativa ou mecânica. Conforme aponta Moreira (2011), é errado pensar que a aprendizagem por descoberta implica em aprendizagem significativa ou que o aprendizado receptivo seja obrigatoriamente passivo, logo mecânico.

Assim, como os dois tipos de aprendizagem dialogam, as formas receptiva e por descoberta não podem ser vistas como dicotômicas. Moreira e Mansini (2006) destacam que pode ocorrer uma superposição entre elas, por exemplo, a partir de um conceito aprendido por recepção e utilizado na descoberta da solução de um problema.

1.3.2 Condições para uma aprendizagem significativa

Em sua teoria, Ausubel (1968) e Ausubel e colaboradores (1980) tem como princípio norteador a ideia de que para que ocorra aprendizagem é necessário partir daquilo que o aluno já sabe. Assim:

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie-se nisso os seus ensinamentos. (AUSUBEL, 1968, prefácio)

Desta forma, a base do processo de aprendizagem significativa é que as novas ideias são relacionadas às informações previamente adquiridas por meio de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Por esses dois termos

entende-se que as ideias estão relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL et al, 1980). Além disso, pressupõe que o aluno manifeste uma disposição para a aprendizagem significativa e que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo.

Para o alcance do significado lógico se faz necessário o uso do que Ausubel denominou de *subsunção* ou *ideia-âncora*. Segundo Moreira (2011), em termos simples, esse é o nome que se dá a um conhecimento específico já existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento. Assim, ideias-âncora podem ser proposições, modelos mentais, construções pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios ou representações sociais.

Por conseguinte, Moreira (2011) enfatiza que:

um material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, [...], pois o significado está nas pessoas, não nos materiais. É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem... (MOREIRA, 2011, p. 25)

Para a última condição, o aluno deve demonstrar predisposição para aprender, o que não deve ser confundido com motivação ou interesse por determinada disciplina. O indivíduo que aprende deve se predispor a relacionar os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva, atribuindo significados a um dado conhecimento, ancorando-o interativamente a seus conhecimentos prévios.

As ideias apresentadas nesta seção e organizadas na Figura 1 são fundamentais para a compreensão da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel.

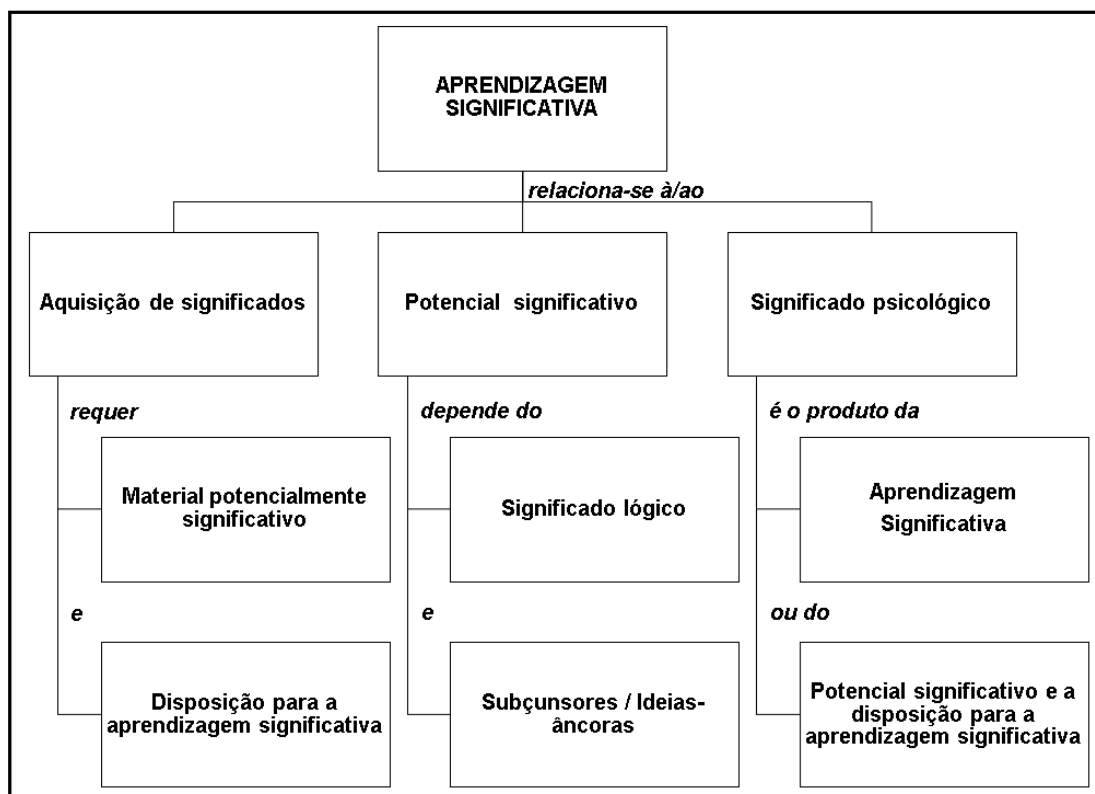


Figura 1. Relações entre aprendizagem significativa, aquisição de significados, potencial significativo e significado psicológico.

Fonte: Adaptado de AUSUBEL et al. (1980).

À medida que ocorre o processo de aprendizagem significativa, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados a partir de sucessivas interações. Segundo Ausubel e colaboradores (1980), os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa são fundamentais para a dinâmica da estrutura cognitiva. Isso significa que o ensino deve seguir uma trajetória hierárquica, começando no topo da estrutura, com ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo para, somente então, serem progressivamente menos inclusivas e mais diferenciadas (MOREIRA e MANSINI, 2006).

Com isso, Ausubel (1968) sugere que ao longo de uma disciplina os conteúdos devem ser trabalhados na perspectiva simultânea de diferenciação e integração, de ‘descer’ e ‘subir’, várias vezes, nas hierarquias conceituais. No entanto, não é o que acontece normalmente, segundo Moreira:

Os conteúdos estão listados em um programa que é seguido linearmente, sem idas e voltas, sem ênfases [...] A grande maioria dos livros didáticos não promove a diferenciação

progressiva e a reconciliação integradora. Sua organização é linear, muitas vezes cronológica, começando com o mais simples e terminando com o mais complexo. [...] O resultado desse enfoque é, geralmente, aprendizagem mecânica. (MOREIRA, 2011, p.43-44)

Evidencia-se com isso uma organização lógica e não psicológica. Na perspectiva cognitiva, a aprendizagem significativa será facilitada se o aprendiz tiver uma visão inicial do todo, do que é importante, para, então, diferenciar e reconciliar significados, tal como sugere a Figura 2.

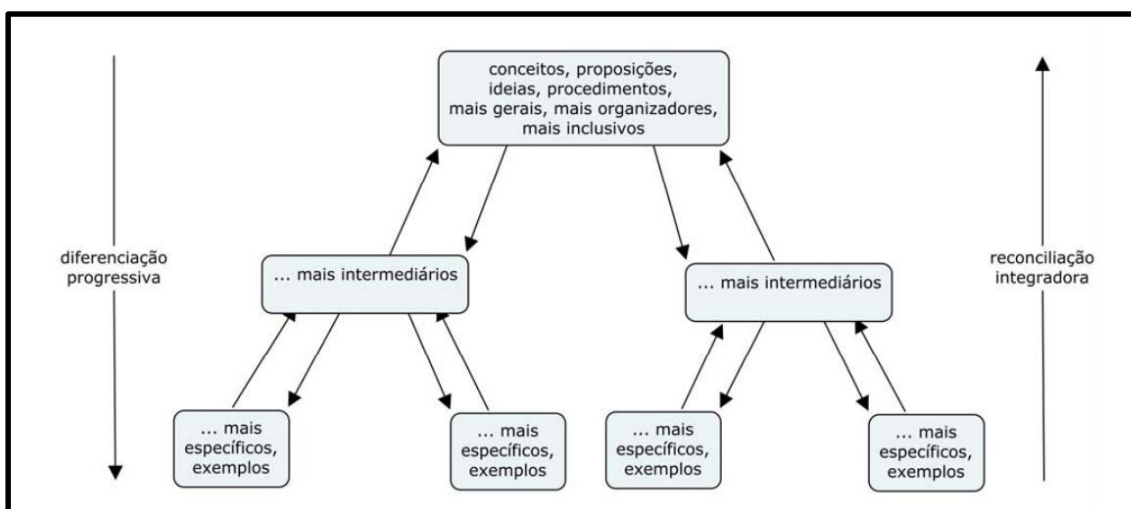


Figura 2. Processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.
Fonte: MOREIRA (2011).

1.3.3 Organizadores Prévios

Outro aspecto comumente utilizado quando se pretende facilitar uma aprendizagem significativa são os organizadores prévios (RODRIGUES JÚNIOR, 2002; MOREIRA E MANSINI, 2006; MOREIRA, 2011) que representam os recursos didáticos usados em situações em que o aprendiz não dispõe das 'ideias-âncora' para ancorar as novas aprendizagens. Estes também são sugeridos quando for constatado que os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva não são suficientemente claros e estáveis para desempenhar as funções de ancoragem do novo aprendizado. Esses organizadores também podem servir como ativadores de ideias-âncora que o

aluno possui, mas que não estejam sendo utilizados nas tarefas de aprendizagem.

A principal função de um organizador prévio é a de servir de elo entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber, com o intuito de o novo material possa ser aprendido de forma significativa (MOREIRA e MASINI, 2006). Estes são mais eficazes quando apresentados no início das tarefas de aprendizagem e são formulados em termos familiares aos alunos.

O organizador prévio pode ser uma leitura introdutória, vídeos, trechos de filmes, esquemas, imagens, simulação de computador, jogo, uma pergunta ou até uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, geral e inclusivo que este (MOREIRA, 2011).

O interesse pelos organizadores prévios, segundo Rodrigues Júnior (2002), deve-se ao fato de ser uma das estratégias de ensino mais pesquisadas, por ter sólida fundamentação teórica e pela vasta aplicação no ensino. Com base nessas pesquisas, conclui-se que o uso dos organizadores parece ser vantajoso nas seguintes situações:

(a) quando compara informações, mais do que quando as expõem; (b) quando usadas com alunos com pouca aptidão; (c) quando usados no ensino de Ciências e Matemática; (d) quando lhes são associados recursos visuais e (e) quando o material a ser aprendido é difícil, técnico e desconhecido. (RODRIGUES JÚNIOR, 2002, p.110)

Há dois tipos de organizadores prévios: o explicativo e o comparativo. De acordo com Moraes (2005), essas duas classes contemplariam os dois principais aspectos relacionados à aprendizagem escolar, a que decorre da relação tradicional professor-aluno mediada pela linguagem, e aquela que privilegia um importante aspecto da cognição humana que é a aprendizagem através da comparação.

Ausubel e colaboradores (1980) propõe o uso de um organizador 'explicativo' quando se trabalha um tema desconhecido para os alunos e estes não

apresentarem os conhecimentos prévios necessários. Este organizador será então capaz de fazer a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Exemplificando, no estudo das propriedades metalúrgicas do aço carbono, caso este assunto não seja familiar, pode-se utilizar um material inicial sobre metais e ligas metálicas e as razões da fabricação e uso das ligas metálicas.

Caso o novo material seja familiar, o uso de organizadores ‘comparativos’ tem a função de integrar os novos conceitos com similares presentes na mente do estudante, de ressaltar as semelhanças e diferenças que existe entre o conteúdo a ser aprendido e aquele que está disponível na mente do aluno (MORAES, 2005). Por exemplo, no estudo sobre sistemas de rios em que fosse introduzido um texto comparando sistemas de rios com o sistema circulatório, supostamente já conhecido pelos alunos.

Como recurso, para mostrar que novos conhecimentos estão relacionados com conhecimentos prévios, organizadores devem ser utilizados no ensino, pois o aluno muitas vezes não percebe essas relações e pensa que os novos materiais de aprendizagem não têm muito a ver com seus conhecimentos prévios (MOREIRA, 2011). No entanto, nem todos os alunos são capazes de elaborar um organizador e essa atividade implica em um certo tempo para revisão e elaboração, ou seja, caberá ao educador a preparação dos organizadores, pois este deve possuir o conhecimento necessário para que o recurso tenha valor pedagógico.

1.4 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da aprendizagem significativa é um referencial essencial para a organização, desenvolvimento e avaliação do ensino e da aprendizagem (LEMONS, 2011). Tal afirmação decorre por essa ser uma teoria que possui relevantes implicações tanto para o processo quanto para a investigação sobre o ensino. A avaliação para Ausubel e colaboradores (1980) é importante em todas as etapas do processo de ensino e:

significa emitir um julgamento de valor ou mérito, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais. (AUSUBEL et al. 1980, p.501)

Dessa forma, o resultado da avaliação tem como intenção demonstrar quais objetivos educacionais foram alcançados. Porém, na prática, o que é observado é um fracasso educacional, pois sem a definição prévia dos objetivos, muitos docentes acabam agindo aleatoriamente (LEMOS, 2011). Assim, segundo Leite (2015), em grande parte dos ambientes escolares, as práticas docentes são muito mais behavioristas do que construtivistas, influenciando expressivamente a avaliação.

Segundo Moreira (2011), avaliações baseadas no 'sabe ou não sabe', no certo ou errado, no sim ou não, são comportamentalistas e, em geral, promovem uma aprendizagem mecânica, uma vez que não exploram o significado, a compreensão e a transferência. O aluno poderá definir um conceito ou resolver um problema sem ter entendido a problemática ou a definição.

Avaliar de forma mecânica pode ser uma repetição da situação ou do problema no qual ocorreu esse tipo de aprendizagem. Porém, para que este momento seja significativo, se faz necessário que novas situações ou problematizações sejam apresentadas ao aluno. Nesse contexto, a avaliação formativa compromete-se com a aprendizagem, pois se empenha com a progressão dos estudantes no domínio dos conhecimentos e dos procedimentos necessários à sua apropriação (SOUZA e BORUCHOVITCH, 2010).

Assim, o aspecto mais relevante da avaliação formativa consiste em reorientar o processo de ensino e aprendizagem. Logo, diferentemente da avaliação somativa, não deve exprimir-se através de uma nota, mas sim por meio de comentários. Além disso, também não deve ser pontual, ocorrendo ao término de uma unidade de ensino, por exemplo, mas sim estar presente ao longo do processo.

De acordo com Souza e Boruchovitch (2010), a avaliação formativa tem evoluído em sua concepção e as alterações atingem também as finalidades conferidas ao instrumento avaliativo, bem como suscitam sua diversificação e

ampliação. Logo, os procedimentos de avaliação necessitam ser coerentes com todo o processo de ensino e aprendizagem, caso contrário, não poderão servir como diagnóstico para esses processos.

Segundo Souza (2011), o ineditismo nos procedimentos de avaliação é o que possibilita ao professor perceber quanto o processo foi significativo. Em outras palavras, quando o aluno é estimulado a interpretar um fenômeno de forma diferente daquelas que compuseram as situações de aprendizagem, ele consegue construir relações entre os aspectos observados e os conceitos aprendidos.

Assim, a avaliação é compreendida como um aspecto central para a ascensão da aprendizagem em sala de aula. Recorrente à todas as etapas que lhe antecedem, a avaliação está comprometida com o processo, a qualidade do ensino e a aprendizagem do aluno.

1.4.1 Mapas conceituais como ferramenta avaliativa

Fundamentados na teoria da aprendizagem significativa, os mapas conceituais são considerados um recurso importante para organizar e representar o conhecimento, pois evidenciam as conexões estabelecidas entre ideias-chave (NOVAK, 1996). Desta forma, quando utilizados como instrumento avaliativo, concentram-se na aquisição de informações sobre a estruturação construída pelo educando para um conjunto de conceitos. Para Moreira (2010), o uso de mapas conceituais constitui uma estratégia facilitadora da aprendizagem significativa e da conceitualização. Estes, por sua vez, são:

diagramas indicando relações entre conceitos [...] são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. [...] Não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência, temporalidade ou direcionalidade. (MOREIRA, 2010, p.11)

Segundo Tavares (2007), existe uma grande variedade de mapas conceituais imaginados e construídos pelas mais diversas razões. No Quadro 2 são apresentadas as categorias mais recorrentes e suas principais características.

Quadro 2. Principais tipos de mapas conceituais e suas características.

Tipos	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Teia de aranha	O conceito central é organizado no meio do mapa. Os demais conceitos vão se irradiando na medida em que nos afastamos do centro.	Fácil de estruturar, pois todas as informações estão unificadas em torno de um ou vários temas centrais.	Dificuldade em mostrar as relações entre os conceitos, e desse modo permitir a percepção de uma integração entre as informações.
Fluxograma	As informações são organizadas de forma linear e normalmente inclui um ponto inicial e outro ponto final.	Fácil de ler; as informações estão organizadas de uma maneira lógica e sequencial.	Normalmente é incompleto na exposição do tema. É construído para explicitar um processo, sem a preocupação de explicar um tema.
Sistema	Organiza a informação semelhante ao fluxograma, mas com o acréscimo da imposição das possibilidades “entrada” e “saída”	Mostra várias relações entre os conceitos.	Algumas vezes é difícil de se ler devido ao grande número de relações entre os conceitos.
Hierárquico	A informação é apresentada numa ordem descendente de importância. A informação mais importante (inclusiva) é colocada na parte superior.	Os conceitos mais inclusivos estão explícitos; os conceitos auxiliares e menos inclusivos estão inter-relacionados.	Mais difícil de externar e construir, visto que expõe a estrutura cognitiva do autor sobre o assunto. A clareza do autor sobre o tema fica evidente quando da sua construção.

Fonte: Adaptado de Tavares (2007).

Alguns formatos de mapas conceituais são escolhidos pela facilidade de construção (tipo aranha), pela clareza que evidencia processos (fluxograma), pela ênfase no produto que descreve (sistema) ou pela hierarquia conceitual

que apresenta (hierárquico). Ainda assim, o único tipo de mapa que explicitamente utiliza uma teoria cognitiva em sua elaboração é o mapa hierárquico do tipo proposto por Novak e Gowin (1996), como demonstrado na Figura 3.

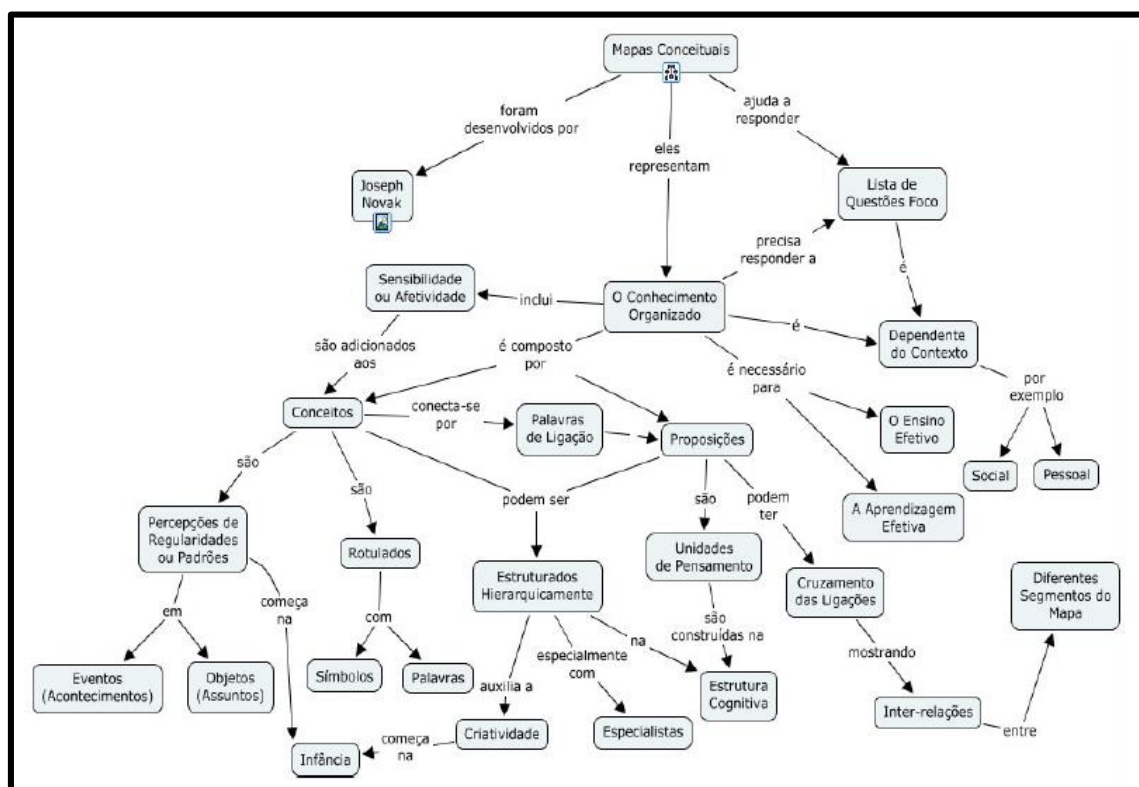


Figura 3. Mapa conceitual do tipo hierárquico.
Fonte: TAVARES (2007).

Segundo Souza e Boruchovitch (2010) e Moreira (2010), os mapas conceituais: (1) oferecem evidências sobre o conteúdo e a forma de aprendizagem processada pelos alunos; (2) devem ser mediados pelo professor e construídos colaborativamente pelos alunos para que ocorra interação pessoal; (3) podem ser construídos e reconstruídos, ou seja, não estão certos ou errados, mas em constante alteração em consonância com as recomposições processadas na estrutura cognitiva do educando e (4) orientam as ações e intervenções docentes no aperfeiçoamento do ensino e ampliação da aprendizagem.

Logo, os mapas conceituais são uma vantajosa estratégia de ensino e aprendizagem, bem como uma ótima ferramenta avaliativa. No entanto, como alerta Moreira (2010), se mal utilizados podem levar à aprendizagem mecânica quando, por exemplo, os alunos passam a decorar mapas supostamente ‘certos’. Por isso, a importância de um processo de aprendizagem significativa onde os estudantes façam, discutam e refaçam seus próprios mapas conceituais ao invés de receberem um mapa construído pelo professor ou presentes em livros didáticos.

CAPÍTULO II – ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

2.1 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA CÉLULA NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA

2.1.1 Breve contexto do ensino de Biologia Celular: dificuldades e possibilidades

No Ensino Médio, ainda é muito comum os conteúdos de Biologia serem apresentados de forma segmentada, tais como: meio ambiente, seres vivos e suas interações, o corpo humano e suas características estruturais e funcionais. Porém, contradizendo esta proposta que ainda permeia muitos livros ou módulos didáticos, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), sinalizam que deve se esperar que os alunos compreendam a natureza como um sistema em constante mudança e que o ser humano faz parte desse processo, para isso tais ideias precisam ser assimiladas à luz das interações que ocorrem em nível celular.

De acordo com Oliveira e colaboradores (2009), apesar de ser vista como um conhecimento descritivo por muitos alunos, a Biologia Celular é uma ciência presente em nosso cotidiano. Atualmente, os estudantes tem acesso a inúmeros documentários, jornais, séries e, até mesmo, novelas, que abordam constantemente assuntos relacionados à investigação forense, projeto Genoma, clonagem, alimentos transgênicos, testes de paternidade, terapias gênicas ou o uso de células-tronco, ou seja, temas que evidenciam a presença e a relevância da Biologia Celular em suas vidas.

Na área de saúde, por exemplo, a citologia é de fundamental importância para a realização de exames citológicos diversos, colaborando no diagnóstico e tratamento de doenças como o câncer, infecções em geral e outras patologias. Em concordância com Bonzanini (2005), embora esses temas estejam amplamente abordados pelos meios de comunicação, evidencia-se a necessidade de buscar caminhos para articular o ensino de Biologia Celular ao cotidiano dos estudantes.

É de se esperar, portanto, que o processo de ensino e aprendizagem em Biologia celular valorizasse o conhecimento prévio dos estudantes e a interação entre os fatos do cotidiano e os conteúdos estudados, além de exigir práticas diversificadas para a sua concretização por parte dos professores. Entretanto, de acordo com Teixeira e colaboradores (2006), muitas são as dificuldades de compreensão e interpretação dos seres vivos decorrentes dos problemas de conceitualização, relativos à estrutura e ao funcionamento celular, que são descritos em vários trabalhos destinados a investigar a aprendizagem dos alunos em aspectos distintos dos conteúdos de Biologia Celular (OLIVEIRA et al, 2009; CUNHA, 2011; MELO e ALVES, 2011).

É relevante salientar o grau de abstração existente neste conteúdo devido ao seu tamanho microscópico, pois sua presença e observação não são tão evidentes para os estudantes. Assim, o professor deve utilizar variados recursos para facilitar o ensino e a aprendizagem desse tema. Entre essas diversas propostas metodológicas têm-se as aulas práticas em laboratório, com o uso de microscópios ópticos, lâminas, corantes e demais materiais necessários para a visualização das estruturas celulares.

Porém, o que se evidencia, na maioria das vezes, é que as experimentações não são executadas nas escolas devido ao número elevado de alunos por turma, a ausência de laboratórios de ciências, com estrutura e materiais apropriados, a falta de tempo dos professores, devido a períodos cada vez mais reduzidos e a obrigação de vencer os conteúdos até o final do ano, além de aspectos da própria formação do professor.

Para Teixeira e colaboradores (2006), mesmo com a utilização de inúmeros livros didáticos de Biologia, que contém representações em formas de fotografia, desenhos e esquemas apresentando os tipos, estruturas e componentes celulares, os alunos possuem dificuldades na hora de interpretar ou representar suas observações. Para o processo de ensino, a célula é um conceito chave na organização do conhecimento biológico, mas, no entanto, para os alunos é uma entidade complexa e abstrata que se constrói em suas mentes (PALMERO e MOREIRA, 2001).

Percebe-se, assim como aponta Rossetto (2010), que no ensino da célula a maioria das aulas é teórica, expositiva e ilustrada por imagens de livros que não são suficientes para auxiliar a compreensão do assunto, mantendo o aluno na passividade, isto é, o aluno apenas recebe informações sem interagir de forma significativa com elas. Outro obstáculo à aprendizagem significativa da célula é o excesso de conceitos técnicos introduzidos, de acordo com Krasilchik (1994):

[...] o número de termos introduzidos em cada aula de Citologia chega a onze por aula, o que indica ênfase em nomenclatura em lugar de destaque da análise dos processos biológicos [...] Por outro lado, o uso adequado da terminologia científica está estreitamente ligada a formação de conceitos. (KRASILCHIK, 1994, p.29-30)

Assim, embora a disciplina de Biologia contemple inúmeros termos e conceitos científicos que podem proporcionar um processo de ensino e aprendizagem muito agradável, quando relacionados com o cotidiano do estudante, isto não se verifica em uma abordagem mais tradicional, a qual privilegia o ensino estático, algumas vezes inacessível e um tanto fragmentado (SANTOS, 2008). Conforme Melo e Alves (2011), o modelo tradicional de ensino é baseado na memorização de conceitos e no acúmulo de informações de forma linear. Assim, os conteúdos são apresentados de forma fragmentada e sem relação com os conhecimentos prévios do estudante, logo não ocorre a organização de uma rede de conceitos necessária para uma aprendizagem significativa do tema célula.

Em contrapartida a esse contexto, o projeto preliminar da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2016), em sua segunda versão, propõe que o ensino de Biologia não deve representar a memorização de termos técnicos, ou a aprendizagem fragmentada de uma quantidade enorme de conceitos que não favorece a compreensão dos sistemas vivos e de seus processos. O documento também contempla, entre outras habilidades para a disciplina de Biologia, a capacidade de os estudantes compreenderem a célula como unidade da vida e a diversificação de sua estrutura nos organismos vivos.

Para isso, são fundamentais metodologias que favoreçam a aprendizagem dos alunos, em concordância com Lima e colaboradores (2012):

o professor de Biologia deve desenvolver estratégias de ensino que não excluam as experiências vivenciadas pelos alunos fora do ambiente escolar, associando assim, o conhecimento dos alunos aos conteúdos escolares. Nesse sentido, por que não vislumbrar na realidade de cada aluno, conceitos e vivências presentes em seu cotidiano, estratégias para que o processo de ensino e aprendizagem aconteça de maneira significativa? (LIMA et al, 2012, p.56)

Nessa perspectiva, com base na teoria da aprendizagem significativa, o ensino de Biologia requer metodologias pedagógicas inovadoras e mais eficientes que contribuam para a aprendizagem de conceitos que, ao serem ensinados pelo professor, apresentem significados contextuais aos estudantes e que estes possam compreendê-los, ancorando-se em conceitos estabelecidos previamente em suas estruturas cognitivas.

Ainda, segundo Lima (2012), constantemente indaga-se quais são as possibilidades de empregar metodologias pedagógicas inovadoras e mais eficientes para o processo de ensino e aprendizagem, que a aplicação tradicional dos conteúdos comumente desenvolvida no ensino de Biologia. Apoiado nisso, tem-se a necessidade do planejamento constante de práticas pedagógicas que possam colaborar na formação desejada dos estudantes.

2.2 TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE BIOLOGIA

2.2.1 Tecnologias e suas aplicações

O termo 'tecnologia' tem sido muito empregado em diversas áreas com os mais variados sentidos e significados. É um conceito tão antigo quanto à espécie humana, haja vista que, a linguagem é um tipo específico de tecnologia. Porém, o conceito também está relacionado com a produção de artefatos

materiais ou intelectuais capazes de oferecerem soluções a problemas práticos de nossa vida cotidiana (LEITE, 2015).

O avanço da tecnologia, segundo Cardoso (2012), tem sido extremamente importante para a sociedade, proporcionando agilidade na comunicação, otimização na execução de procedimentos, modernização de recursos e originando pesquisas nos mais variados campos de conhecimento. Esse processo está presente em várias atividades humanas, como lazer, trabalho, comunicação e também na área educacional.

Nesse contexto, o século XXI foi marcado pelo início de uma nova era de significados para muitos estudantes no nosso país. O advento dos computadores e da *internet* proporcionou às crianças, jovens e adultos a interação com um novo mundo de conhecimento, que no início do século anterior não seria nem sequer cogitado (MELLO e FERREIRA, 2012). Redes sociais, *e-mails*, *sites* de vídeos, jogos *online* e aplicativos tem se tornado cada vez mais populares, especialmente entre os adolescentes.

A todo tempo essas formas de tecnologia se aperfeiçoam e é fundamental que os seus usuários se informem mais acerca de suas utilidades e formas de manuseio. Assim, grande parte das escolas procura se adequar agregando recursos tecnológicos que contribuam para a aprendizagem através de metodologias condizentes com as necessidades da sociedade moderna, utilizando, por exemplo, a *internet* e o computador como ferramentas de ensino, visando um desenvolvimento cognitivo satisfatório dos estudantes.

A partir dessa realidade, houve o advento das Tecnologias da Informação e Comunicação, que estão ligadas não somente ao âmbito das ciências computacionais, mas também das ciências da educação (BARRETO, 2004). Várias pesquisas apontam que o uso desses recursos como ferramentas pedagógicas pode proporcionar uma melhoria na eficiência e no trajeto do desenvolvimento da estrutura cognitiva de alunos na educação básica (CARDOSO, 2012).

De acordo com Bonilla (2002), se a geração digital desenvolveu novos modos de ser, pensar e agir, então:

cada vez menos, será possível manter um momento educacional que não leve em consideração as características dos jovens alunos. E cada vez mais os jovens exigem que a escola esteja em permanente processo de transformação, de aprendizagem, ou seja, em permanente movimento. Que seja uma escola aprendente... (BONILLA, 2002, p.100)

Tapscott (1999) aponta que esse jovem é um nativo digital que, quando rodeado pela tecnologia digital, está acostumado a interagir, explorar, construir e descobrir. Ele é 'produto' de uma sociedade cercada pelas mais diferentes tecnologias, haja vista que ao longo de um dia um jovem pode fazer o *download* de um filme em seu computador, jogar vídeo *game*, conversar com amigos por mensagens instantâneas, ouvir músicas e tirar fotos através de seu celular ou fazer pesquisas e trocar arquivos sobre um trabalho escolar.

Por outro lado, Ramonet (1998) destaca que os notáveis índices de desigualdades social e econômica de um país refletem-se na distribuição do acesso digital. Logo, a expansão dessas tecnologias não tem alcançado a todos. O mesmo autor descreve um processo de 'infoexclusão' onde apenas uma parcela dos estudantes dispõe de computador pessoal e acesso à internet. Nesse contexto da infoexclusão, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ambiente escolar possibilita, em muitos casos, a inclusão e a alfabetização digital dos estudantes que tem pouco ou nenhum acesso a essas tecnologias.

Porém, muitas vezes ao chegar no colégio, ele se senta em cadeiras geralmente enfileiradas, onde passará as próximas horas ouvindo a aula expositiva do professor que está à frente de toda a turma. Nessa situação, para Parnaíba e Gobbi (2010):

o professor não consegue identificar se a turma entendeu tão bem o conteúdo por ele exposto e por isso não fez muitas perguntas durante a aula, ou se para a maioria dos alunos a aula estava desinteressante. O aluno, por sua vez, não entende por que precisa ficar sentado por mais de uma hora ouvindo explicações do professor (PARNAIBA e GOBBI, 2010, p.2)

Assim, o objetivo de introduzir as Tecnologias da Informação e Comunicação na escola é fazer coisas novas e pedagogicamente importantes (GUEDES e GUEDES, 2004). No entanto, para que isso aconteça, é fundamental que o professor tenha acesso a estes novos recursos metodológicos. Segundo Souza e colaboradores (2010), as TIC precisam ser apropriadas pelas Ciências da Educação, e nelas buscar e formular os fundamentos de sua aplicação às práticas educativas, pois de nada servem as ferramentas e os recursos tecnológicos à disposição, se estes não forem concebidos sob os fundamentos educacionais das teorias e práticas pedagógicas.

Os estudantes têm buscado aprender e procurado significado para sua aprendizagem através de informações interativas que são proporcionadas pela *internet* com seus múltiplos recursos, entre os quais se destacam as vídeo-aulas e os *softwares* educativos. A evolução tecnológica que possibilita a criação de softwares, tais como tutoriais, jogos, animações e simulações, proporciona ao aluno um ambiente interativo e construtor de conhecimento, muito valioso para o estudo da Biologia, por exemplo.

Segundo Jucá (2006), o que confere a um software o caráter educacional é a sua aplicação no processo de ensino e aprendizagem, dessa forma este somente será considerado educacional quando adequadamente utilizado pelo professor e incorporado de forma significativa pelo aluno. De acordo com Mello e Ferreira (2012), os softwares educativos podem ser classificados em quatro categorias, sendo que as modalidades mais comuns são programas tutoriais, exercícios ou práticas, simulações e jogos. Suas principais características estão descritas no Quadro 3.

Dentre as simulações, enquadram-se as animações interativas, que compreendem a modelagem de um sistema real que se utiliza de recursos animados, sendo bastante úteis quando não é possível a visualização de uma estrutura ou processo real. Assim, as animações interativas podem se apresentar como importantes ferramentas para o professor em seu papel como mediador no processo de ensino e aprendizagem (JUCÁ, 2006).

Quadro 3. Classificação dos *softwares* educacionais.

Tipo	Descrição
Tutoriais	Os programas tutoriais constituem uma versão computacional da instrução programada. A vantagem dos tutoriais é o fato de o computador poder apresentar o material com outras características que não são permitidas no papel como: animação, som e a manutenção do controle do desempenho do aprendiz, facilitando o processo de administração das lições e possíveis programas de remediação.
Exercícios ou Práticas	Tipicamente os programas de exercício e prática são utilizados para revisar material visto em classe principalmente, material que envolve memorização e repetição. Estes programas requerem a resposta frequente do aluno, propiciam <i>feedback</i> imediato, exploram as características gráficas e sonoras do computador e, geralmente, são apresentados na forma de jogos.
Simulações	Simulação envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Estes modelos permitem a exploração de situações fictícias, de situações com risco, como manipulação de substância química ou objetos perigosos, experimentos que são muito complicados, caros ou que levam muito tempo para se processarem, como crescimento de plantas; e de situações impossíveis de serem obtidas, como um desastre ecológico.
Jogos	Ambiente com regras pré-existentes onde o jogador ensaia estratégias para chegar a um objetivo pré-determinado. Na prática, o objetivo passa a ser unicamente vencer no jogo e o lado pedagógico fica em segundo plano.

Fonte: Adaptado de MELLO e FERREIRA (2012).

Na análise de diversos livros didáticos para o ensino médio é possível encontrar CD-ROMs ou DVD-ROMs contendo uma variedade de materiais multimídia e, mais recentemente, códigos para o acesso de recursos digitais em plataformas *online*, disponibilizados pelas editoras como complementação ao material impresso. Segundo Mendes (2010), o ensino com o uso de recursos multimídias permite que os estudantes aprendam tão bem, no que se refere à retenção de conhecimentos, quanto os métodos tradicionais comumente aplicados.

2.2.2 O uso de animações interativas para uma aprendizagem significativa da célula

Quanto ao ensino de Biologia, alguns estudos corroboram com a ideia da utilização de recursos multimídias como facilitadores da aprendizagem, assim como a receptividade desse tipo de material nas aulas (MORAES e GRIGOLI, 2006; TAVARES, 2008; MENDES, 2010). Conjuntamente, ao discutir sobre o ensino de Biologia Celular no Ensino Médio, Linhares e Taschetto (2011) argumentam que devido ao fato de a célula ter dimensões microscópicas, é necessário propor diferentes formas de apresentar este conteúdo, levando o aluno a gostar e se interessar, percebendo sua importância para o entendimento da vida.

Embora as estruturas celulares não sejam de fato entidades abstratas, apresentam grande dificuldade de visualização, logo pode-se considerar que para um estudante de Ensino Médio, isso se torna um empecilho na aprendizagem dos conceitos ensinados durante as aulas de Biologia Celular. Cunha (2011) afirma que o conhecimento biológico costuma ser difícil para os alunos devido à complexidade dos processos com relação às informações e imagens que não estão disponíveis em seu cotidiano.

Com relação aos recursos para auxiliar na aprendizagem do tema célula, encontram-se indicativos de que as imagens e desenhos fornecidos pelos livros didáticos não conseguem atingir satisfatoriamente o objetivo de mostrar a célula como uma estrutura dinâmica, funcional e ativa, visto a característica estática desses recursos (CUNHA, 2011). Em alternativa, existem trabalhos com relatos de experiências, que afirmam ocorrer uma melhora no rendimento dos alunos quando os professores passam a conciliar o livro didático com os recursos multimídias, tais como as animações interativas nas aulas de Biologia (TAVARES, 2008; MELLO e FERREIRA, 2012).

Ao discutir sobre o uso de recursos multimídias nos processos de ensino, Nogueira e colaboradores (2000) abrem mão do seguinte questionamento: Qual a sua singularidade (do recurso multimídia) em relação aos instrumentos tradicionais de ensino, que levariam os alunos à obtenção de uma

aprendizagem significativa? Para responder essa questão, dentre os vários aspectos teóricos apresentados, pode-se dizer que as animações interativas apresentam dois papéis fundamentais para o ensino, conforme afirma Mendes (2010):

I) Afetivo: no qual elas são usadas para atrair a atenção e motivar o estudante, inclusive porque podem apresentar conteúdo considerado lúdico. II) Cognitivo: neste caso, a ideia é utilizar as animações como auxiliadoras nos processos cognitivos dos estudantes e, portanto, da aprendizagem (MENDES, 2010, p.30-31)

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, uma das condições fundamentais para que o processo ocorra é que as novas informações se relacionem com elementos relevantes já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, as novas informações devem fazer sentido para o aluno. Os aspectos afetivo e cognitivo das animações corroboram com as ideias de Ausubel e Novak, permitindo que o aluno realize atividades conceituais que promovam a aprendizagem significativa, ou seja, a aquisição do conhecimento (CARDOSO, 2012).

Outras características das animações que corroboram com essa teoria se referem à interatividade e às imagens. A primeira, segundo Tavares (2008), facilita a aprendizagem, pois pode ajudar a superar as dificuldades de percepção e compreensão, ou seja, possibilita ao aluno o controle do fluxo de informações, permitindo a adequação do material ao seu ritmo de aprendizagem e a sua estrutura cognitiva. A segunda, por sua vez, quando comparadas às representações de linguagem, possui uma relação não arbitrária com objetos referenciais ou cenas, enquanto que são arbitrárias as relações das unidades de linguagem com os objetos referenciais.

É importante ressaltar que um determinado conteúdo didático pode ser explorado através de diversas estratégias pedagógicas, contemplando os potenciais de cada aspecto selecionado. Logo, entende-se que as animações não devem ocupar todo o processo de ensino de Biologia e do estudo da célula, mas que sejam usadas como ferramentas de ensino de maneira

consciente e estruturada, fazendo parte das atividades dos alunos de forma constante, mas não exclusiva (CARDOSO, 2012).

Assim, compreende-se que somente a utilização de animações interativas ou demais recursos multimídias, não irá transformar o ensino de Biologia, mas sim ser uma possibilidade, entre muitas outras, de uma aprendizagem significativa dos conceitos biológicos de vários conteúdos da disciplina pelos estudantes do Ensino Médio.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Buscando-se alcançar os objetivos estabelecidos para esta pesquisa, foi utilizada uma abordagem de investigação de natureza qualitativa de cunho exploratório. O método qualitativo está definido considerando que o trabalho realizou um levantamento das características que os sujeitos de pesquisa atribuem ao uso de uma animação interativa para o estudo da célula. Segundo Souza (2011), tais características são frutos de suas percepções, visões e significados dentro do contexto da aula e que são responsáveis pela maneira como compreendem e direcionam as suas ações.

No desenvolvimento da pesquisa foram utilizadas as seguintes estratégias metodológicas: 1) produção de uma animação interativa para o ensino de Biologia Celular com base na teoria da aprendizagem significativa; 2) intervenções em sala de aula com o uso do recurso digital; 3) aulas expositivas dialogadas; 4) construção coletiva de mapas conceituais sobre os conteúdos abordados na animação interativa e nas aulas e; 5) aplicação de um questionário para avaliação do recurso digital utilizado. Todas as etapas estão detalhadas a seguir neste capítulo.

3.2 DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA

3.2.1 Aplicativos utilizados

A animação interativa da presente investigação foi produzida em apresentações do programa *Microsoft Power Point* e, posteriormente, com o auxílio do software *iSpring*, convertida para o formato do *Macromedia Flash* em seu produto final. Além disso, também foi utilizado o programa *CorelDrawX8* para a produção das imagens da animação e o aplicativo *Voz do Narrador* para a gravação dos áudios.

As principais fontes de consulta sobre o uso dos *softwares* mencionados, quando necessário, consistiram em buscas por tutoriais na *internet* ou dos próprios aplicativos. As informações referentes à descrição dos programas utilizados, disponibilidade dos aplicativos para aquisição e licenças de uso são apresentadas no Guia para Elaboração de Animação Interativa (Apêndice A).

3.2.2 Fontes de informações consultadas

A animação interativa produzida apresenta uma célula eucarionte animal quanto aos seus aspectos estruturais e funcionais. Para tanto, como fontes de consulta foram utilizados livros didáticos sobre Biologia Celular (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2005; DE ROBERTIS e HIB, 2006; ALBERTS et al, 2010), referenciados também na animação interativa.

Quanto ao nível de aprofundamento dos conteúdos, a proposta foi abordá-los da mesma forma como nos livros de Biologia utilizados no Ensino Médio em instituições de ensino público e privado do país. Além disso, a sequência didática da animação foi elaborada a partir da teoria da aprendizagem significativa com ênfase na ancoragem de conceitos e uso de organizadores prévios para a assimilação de novas informações.

3.2.3 Produção da animação interativa

Segundo Mello e Ferreira (2012), uma animação interativa, tal qual a desenvolvida na presente pesquisa, é classificada como um *software* educativo de simulação (Quadro 1, página 40). Assim, a animação interativa intitulada “Celulópolis” constitui uma versão digital que apresenta os conteúdos de Biologia Celular por meio de ilustrações, áudios e breves textos, de formas pedagógica e metodológica diferentes do que normalmente seria apresentado apenas com o uso do livro didático.

A proposta do recurso digital envolveu a criação de uma cidade hipotética com modelos simplificados de sua dinâmica organizacional e funcional, comparada aos aspectos organizacionais e funcionais de uma célula eucarionte animal.

Toda a elaboração da animação interativa se baseou nos atributos pedagógicos preferenciais que uma animação deve ter, formulado por O'day (2006) e adaptado por Mendes (2010), à saber:

1. Devem ser narradas;
2. A narração deve ser acompanhada de porções de texto na tela;
3. As figuras devem ser combinadas com palavras e aparecerem juntas na tela, ao invés de apenas palavras sozinhas (efeito multimídia);
4. A narrativa deve ter tom coloquial (efeito de personalização);
5. O número de conteúdos abordados deve ser pequeno;
6. Os objetos representados na tela não devem se mover rápido demais;
7. Devem-se usar pistas visuais para o passo seguinte de um processo e
8. Deve haver a possibilidade de controlar a animação, como pausar, avançar e retroceder.

Segundo estes autores, são recomendações que objetivam promover a utilização de estímulos visuais e auditivos pelos estudantes, aumentando a eficácia do recurso no processo de ensino.

3.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

O levantamento de dados para responder à questão central desta pesquisa começou pela seleção do universo e dos participantes a serem pesquisados. Neste caso, 35 estudantes, com idades entre 15 e 16 anos, do primeiro ano do Ensino Médio que cursam a disciplina de Biologia durante o ano de 2016, sendo a única turma dessa série na instituição de ensino privado Colégio Integração, no município de Teixeira de Freitas (BA). A escolha da turma deveu-se, principalmente, ao fato de que os alunos deste nível de ensino ainda não estudaram formalmente a disciplina de Biologia no ensino fundamental e também porque os conteúdos a serem trabalhados apresentam maior potencial significativo para possibilitar a contextualização e relação com temas que serão estudados no decorrer do Ensino Médio.

Primeiramente, foi realizado um contato prévio com a direção e coordenação pedagógicas e com o docente de Biologia da instituição de ensino, onde foram

apresentados o tema, a proposta, os objetivos da dissertação para aprovação e realização da pesquisa, assim como o termo de esclarecimento livre e esclarecido (Apêndice B) e o termo de consentimento da instituição (Apêndice C).

Em virtude das considerações éticas que se fazem presentes nesta pesquisa, ressalta-se que o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do CEUNES/UFES, conforme o disposto na Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O mesmo foi autorizado pela direção e coordenação do colégio onde o estudo foi realizado e todos os envolvidos foram informados dos objetivos e procedimentos e estavam cientes de seu papel no desenvolvimento da pesquisa. Nesta, foram coletados e utilizados apenas dados que se referiam aos objetivos propostos, sendo as informações apresentadas de forma coletiva, sem qualquer identificação dos sujeitos envolvidos.

3.4 PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES

Foram planejadas intervenções nas aulas regulares de Biologia durante o segundo semestre letivo de 2016, totalizando 10 aulas, para aplicação da metodologia, desenvolvimento dos conteúdos explorados e avaliação do recurso digital. Observados os objetivos com a proposta da animação interativa como facilitadora da aprendizagem significativa, a utilização do recurso ocorreu no início do conteúdo de Biologia Celular, ou seja, antecedendo as aulas do professor regente e sendo o primeiro momento de contato dos alunos com o tema, como apresentado na Figura 4.

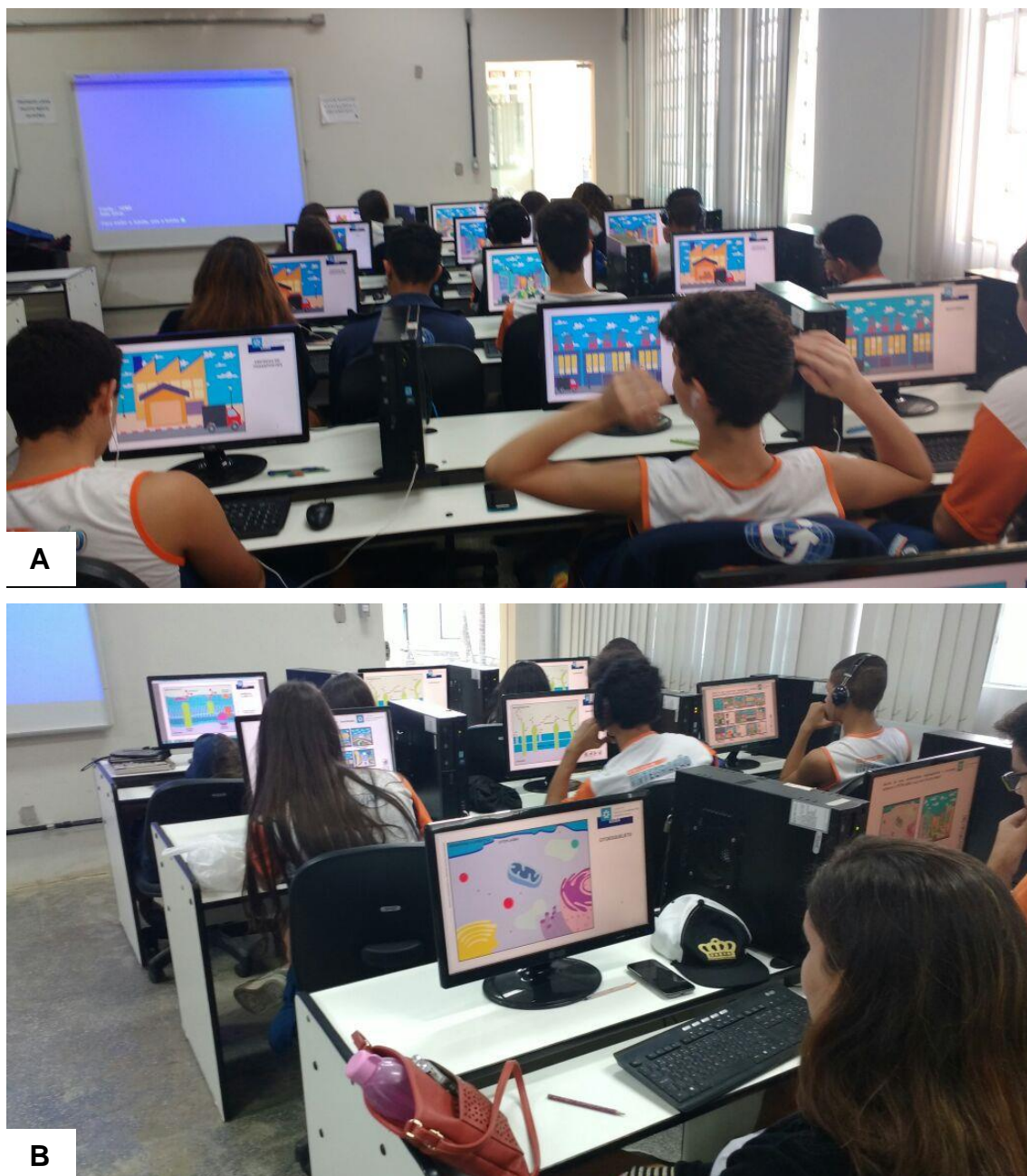


Figura 4. Registro fotográfico da intervenção com o auxílio da animação interativa (A e B).
Fonte: Autor (2016).

Todas as etapas descritas a seguir foram orientadas conjuntamente pelo professor regente da disciplina de Biologia da instituição e pelo autor dessa pesquisa, conforme plano de aula previamente desenvolvido (Apêndice D)

Aula 1 – Foi trabalhado o organizador prévio para o conteúdo de Biologia Celular. A atividade ocorreu com a utilização da animação interativa, no qual os alunos puderam explorar a primeira parte da animação Celulópolis, o ambiente de uma cidade quanto a sua organização e funcionamento.

Aulas 2, 3 e 4 – Foram apresentadas as estruturas e funções da célula eucarionte animal. No decorrer das três aulas, procedidas de forma expositiva e dialogada em conjunto com o recurso digital, foram realizadas as intervenções necessárias para esclarecimento de dúvidas acerca dos conteúdos e do manuseio da animação interativa.

Aulas 5 e 6 – Foram formados 10 grupos e, em seguida, foi proposta a produção coletiva de mapas conceituais sobre a célula eucarionte animal.

Aula 7 – Neste momento, cada grupo explicou o mapa produzido para os demais alunos da turma e, ao término, foi feito um comparativo geral das produções a fim de se observar como os mesmos conhecimentos foram organizados de diferentes formas.

Aulas 8 e 9 – A partir das observações do autor na primeira aplicação, foram realizadas alterações na animação interativa e esta foi reapresentada aos alunos em um novo momento, a fim de se observar as melhorias pedagógicas do recurso digital.

Aula 10 – Foi realizada a aplicação do questionário para avaliação das características da animação interativa, assim como para mensuração de sua aceitação pelos alunos.

3.5 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

De acordo com Mello e Ferreira (2012), um dos fatores que podem favorecer o processo de ensino e aprendizagem é a aceitação de determinada metodologia por parte dos estudantes. Sendo assim, a animação produzida foi avaliada com

o objetivo de verificar a eficácia de sua aplicabilidade como um instrumento didático que favoreça o aprendizado dos alunos envolvidos.

Conforme a metodologia proposta por Chagas (2010), que reúne recomendações a respeito da construção e utilização de questionários, foi elaborado um questionário (Apêndice E) para compor o levantamento de dados desta pesquisa. Este serviu para observação das impressões dos estudantes frente à metodologia utilizada, assim como o apontamento de melhorias do material didático desenvolvido.

Nokelainen (2006) propôs um questionário para avaliação da usabilidade pedagógica composto de itens que, embora avalie muitas necessidades pedagógicas, não explora aspectos da usabilidade técnica, necessários para se alcançar um nível satisfatório de qualidade em uma aplicação educacional. Outro questionário, elaborado por Ssemugabi (2006), contempla critérios de usabilidades técnica e pedagógica dos recursos digitais de ensino.

Na interpretação de Abreu (2010), a usabilidade pedagógica está definida como um termo associado à utilidade do recurso digital na aprendizagem do aluno, enquanto que a usabilidade técnica está relacionada ao conceito de usabilidade do material, ou seja, a facilidade no uso do recurso digital.

Sendo assim, na presente pesquisa, optou-se por estruturar um questionário com base tanto em Nokelainen (2006) quanto em Ssemugabi (2006), onde as respostas são dispostas em uma escala Lickert com pontuação de 1 a 5, indo de 'concordo totalmente' (5 pontos) até 'discordo totalmente' (1 ponto).

As questões extraídas dos questionários encontrados nas pesquisas de Nokelainen (2006) e Ssemugabi (2006) foram agrupadas e ajustadas através de síntese e adaptação ao contexto desta pesquisa. Foram eliminadas as perguntas semelhantes, contribuindo para reduzir o tempo de preenchimento do questionário, gerando maior atratividade para seus utilizadores (ABREU, 2010).

Tal qual proposto por Abreu (2010), a utilização dos critérios levantados pelo questionário não tem por propósito avaliar o material de aprendizagem,

definindo-o como 'bom' ou 'ruim'. A finalidade é auxiliar na seleção do recurso mais adequado à uma determinada situação de aprendizagem.

Sendo assim, o professor pode observar as potencialidades do recurso metodológico e usá-lo para a situação de aprendizagem mais adequada aos seus alunos. Isso é possível visto que os valores obtidos da avaliação são medidos por diferentes critérios de usabilidades técnica e pedagógica.

Foram utilizados também, mapas conceituais na qualidade de ferramenta avaliativa. Neste contexto, a avaliação, assim como para Moreira (2010), não deve ser entendida no sentido de testar conhecimento e atribuir uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas sim no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que ele vê para um dado conjunto de conceitos.

Para avaliar a complexidade e qualidade dos mapas conceituais confeccionados pelos alunos, foram adaptados os critérios propostos por Ruiz-Moreno (2007) e Gomes e Moreira (2010), para facilitar a análise das produções, sendo estes:

- Palavras chave: quantidade de conceitos presentes nos mapas, que permitem avaliar a complexidade das inter-relações entre o tema, estabelecendo uma hierarquização dos conteúdos e a qualidade dos mapas;
- Palavras de ligação: número de inter-relações e palavras de enlace, que avaliam o número de interações e complexidade das ideias;
- Qualidade dos mapas: categorização dos mapas conceituais a partir da quantidade de erros conceituais;
- Tipos dos mapas: teia de aranha, fluxograma, sistema e hierárquico.

A avaliação através de mapas conceituais pode ser quantificada. Para esse fim basta que se determinem critérios, por exemplo, conceitos organizados de forma hierárquica. No entanto, opta-se nesta pesquisa por não discutir essa possibilidade, pois, como corrobora Moreira (2010), não é de quantificação que a avaliação está precisando, mas de novas ideias sobre o assunto.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESENVOLVIMENTO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA

4.1.1 Aplicativos utilizados e fontes de informação consultadas

Vários materiais didáticos fornecidos em mídias que complementam livros didáticos de Biologia ou presentes em sites de apoio ao professor são produzidos no *software Macromedia Flash*, programa que exige um conhecimento de linguagem de programação específica da área de Informática.

Tendo em vista essa dificuldade operacional e conhecendo os resultados satisfatórios obtidos por Mendes (2010) na produção de animações e vídeos, optou-se pela utilização de outros programas, visando oportunizar a produção de animações por professores que tenham conhecimentos básicos em computação.

Assim, para a confecção dos desenhos presentes na animação interativa ‘Celulópolis’ foi utilizado o programa *CorelDrawX8*, um *software* de criação e edição de desenhos vetoriais, imagens e animações. Em seguida, os desenhos foram transferidos para o *Microsoft Power Point*, onde foi possível dar o efeito de animação às imagens a partir do uso de links e de slides sequenciais.

Na gravação dos áudios optou-se por um aplicativo de celular, o Voz do Narrador, que permite a narração de textos por vozes digitalizadas. Diferentemente de Mendes (2010) e Mello e Ferreira (2012) que utilizaram vozes humanas nas narrações, preferiu-se o uso de uma voz digitalizada por esta não apresentar pausas acentuadas, ruídos de fundo ou vícios de leitura, fatores que poderiam dificultar o entendimento das gravações.

Visando apresentar a animação em um formato semelhante aos similares encontrados na internet, o arquivo final foi convertido de apresentação de slides no *Microsoft Power Point* para um arquivo executável em *Macromedia Flash*, nesse procedimento foi utilizado o programa *iSpring*. Todas as etapas de elaboração da animação interativa ‘Celulópolis’ foram descritas no Apêndice A.

Quanto às fontes de informações consultadas, tendo em vista obras de qualidade disponíveis no acervo das bibliotecas da Universidade Federal do Espírito Santo e da Universidade do Estado da Bahia, optou-se em não utilizar *websites* como fontes de informações. Assim como Rosseto (2010) e Mello e Ferreira (2012), entende-se que as fontes bibliográficas apresentam autores de referência dos conteúdos abordados e critérios rígidos de revisão e publicação, sendo assim mais confiáveis do que às fontes *online* de pesquisa.

4.1.2 Produção da animação interativa

O esboço da animação interativa partiu da proposta de criação de uma cidade hipotética com modelos simplificados de sua dinâmica organizacional e funcional, que funcionasse como organizador prévio quando comparada aos aspectos organizacionais e funcionais de uma célula eucarionte animal (Quadro 4).

Os desenhos da célula eucarionte animal foram baseados nas obras de Biologia Celular escolhidas como referência para a pesquisa e adequadas quanto aos seus tamanhos e cores, a fim de facilitar o entendimento dos estudantes, mas sem prejuízos em seus potenciais didáticos. Quanto aos tipos de dimensões possíveis para as animações em Biologia, em 2 dimensões (2D) ou 3 dimensões (3D), Mendes (2010) destaca que as animações em 3D permitem demonstrar relações espaciais, uma característica muito interessante para o uso do recurso no ensino superior.

Contudo, para a utilização no Ensino Médio, este não se faz um requisito essencial, visto o nível de aprofundamento com que são estudados os processos celulares, optando-se geralmente por produções em 2D (Figura 5). Além disso, produzir animações tridimensionais requer conhecimentos aprofundados em relação a aplicativos complexos, o que não é compatível com a realidade da maioria dos professores.

Quadro 4. Comparativo entre as funções e as estruturas da célula eucarionte animal e uma cidade.

COMPONENTES DA CÉLULA	PRINCIPAIS FUNÇÕES	COMPARATIVO NA CIDADE
Membrana plasmática	Delimita a célula. Permite ou impede a passagem de certas substâncias através de sua estrutura, mantendo o meio celular interno adequado às necessidades da célula.	Perímetro urbano
Glicocálice	Revestimento externo à membrana plasmática. Forma uma espécie de malha protetora para a membrana plasmática e de reconhecimento celular.	Polícia rodoviária
Citoplasma	Região localizada entre a membrana plasmática e o núcleo celular. Espaço preenchido por um gel, onde estão mergulhadas as organelas.	Área urbana
Ribossomos	Síntese de proteínas.	Indústrias
Complexo golgiense	Processos modificadores de proteínas. Síntese de carboidratos. Secreção celular de substâncias	Transportadora
Lisossomos	Capazes de digerir grande variedade de substâncias orgânicas.	Companhia de coleta de lixo
Peroxisomos	Oxidação de substâncias orgânicas (ácidos graxos) e tóxicas absorvidas pelo sangue.	Gerenciamento de resíduos tóxicos
Centríolos	Participação do processo de divisão celular. Formação dos fusos para a divisão celular.	Setor de infraestrutura
Citoesqueleto	Define a forma e organiza a estrutura interna da célula. Possibilita o deslocamento de materiais no interior da célula.	Ruas, avenidas e estradas
Retículo Endoplasmático Rugoso	Rede de bolsas achatadas e interligadas. Possui ribossomos aderidos. Síntese e transporte de proteínas.	Lojas
Retículo Endoplasmático Liso	Rede de tubos interligados. Síntese e transporte de ácidos graxos, fosfolipídios e esteroides.	Lojas
Mitocôndrias	Respiração celular. Produz o ATP que difunde-se para as outras regiões da célula, fornecendo energia para as atividades celulares.	Subestação de energia
Vesículas	Transferem substâncias dos retículos para o complexo golgiense.	Caminhões
ATP	Molécula que armazena a energia obtida das moléculas orgânicas degradadas e, posteriormente, transfere essa energia para as atividades celulares.	Energia elétrica
Núcleo	Centro controlador da célula e de seu metabolismo. É onde se localiza o material genético, onde estão as instruções que comandam praticamente todas as proteínas celulares.	Prefeitura
DNA	Controla a atividade celular. Possui a 'receita' para o funcionamento de uma célula. Conjunto de genes que determinam a produção específica de moléculas de RNA.	Prefeito
RNAm e RNAt	Participam da síntese de proteínas.	Trabalhadores
Macromoléculas	Substâncias orgânicas com diversas funções biológicas nas células.	Produtos

Fonte: Autor (2016)

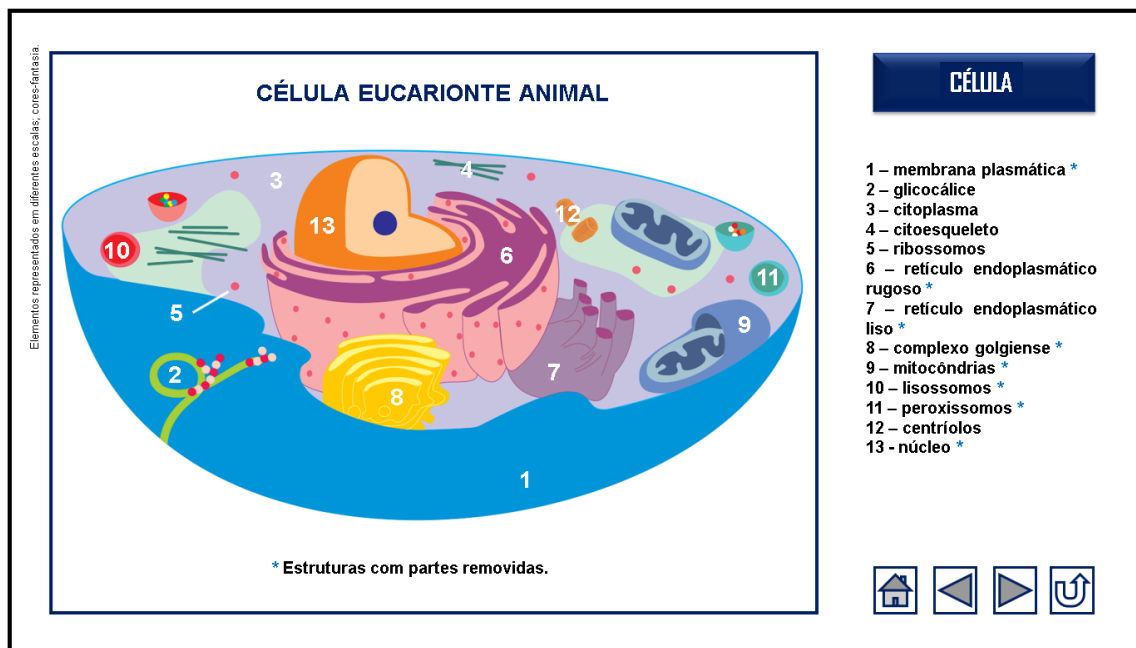


Figura 5. Animação interativa “Celulópolis”.

Fonte: Autor (2016).

De acordo com a sequência didática proposta para a animação interativa ‘Celulópolis’, foram delimitadas três seções no material, a saber:

- Cidade: Na primeira seção é abordado o organizador prévio facilitador da aprendizagem significativa do conteúdo de Biologia Celular. É apresentado ao estudante um conjunto de animações em uma cidade com modelos simplificados de sua dinâmica organizacional e funcional.
- Célula: Na segunda seção é encontrado o conteúdo de Biologia Celular que será trabalhado, ou seja, a célula eucarionte animal quanto aos seus aspectos organizacionais e funcionais por meio de imagens e sequências animadas.
- Celulópolis: Na última seção da animação interativa é proposto um jogo no qual o estudante deve relacionar as estruturas da célula com as respectivas partes da cidade apresentadas no organizador prévio. Com essa atividade interativa pretendeu-se consolidar os conceitos trabalhados ao longo da animação interativa de forma significativa.

Após ter sido concluída, a animação interativa ‘Celulópolis’, foi publicada e registrada no ISBN – *International Standard Book Number*, número 978-85-920343-3-7, para garantia dos direitos autorais do recurso didático.

4.2 OBSERVAÇÃO DAS INTERVENÇÕES

A pesquisa desenvolvida, ao contrário de outros relatos (TEIXEIRA e colaboradores, 2006; MELO e ALVES, 2011; MELLO e FERREIRA, 2012) sobre o ensino de Biologia, teve como participantes alunos da 1ª série do Ensino Médio, e não estudantes da 3ª série do Ensino Médio ou universitários, que estariam revendo os temas. Atribui-se esse fato ao entrelace da teoria de aprendizagem selecionada e da prática de ensino desenvolvida.

Conforme explicado anteriormente, foi realizado um estudo exploratório a fim de validar a animação interativa ‘Celulópolis’ com relação aos objetivos pretendidos: verificar a eficácia de um instrumento didático digital produzido para o ensino de Biologia Celular com base na Teoria da Aprendizagem Significativa. Todas as atividades desenvolvidas foram orientadas pelo plano de aula previamente elaborado para realização das intervenções (Apêndice D). Ao ser apresentado, o ‘Celulópolis’ despertou o interesse e a curiosidade dos estudantes. Assim, no decorrer das intervenções, percebeu-se que os alunos gostaram da animação interativa, aprenderam sobre o tema e foram estimulados pela proposta metodológica, pois durante a aplicação verificou-se entusiasmo na utilização do recurso digital.

Em conversas informais com o professor regente, a animação e os mapas conceituais foram muito bem avaliadas por ele, que se mostrou bastante satisfeito com o resultado das intervenções e com o estímulo dos alunos ao estudarem os conteúdos iniciais de Biologia Celular.

Da mesma forma que Nogueira e colaboradores (2000), Mendes (2010) e Cardoso (2012), foi percebido que o rendimento dos estudantes vai além das expectativas quando se trabalha com a turma de forma interativa e participativa, contextualizando os conteúdos potencialmente significativos.

O envolvimento dos alunos nas atividades didáticas através do uso da animação interativa e da confecção dos mapas conceituais também foi

responsável pela melhora na capacidade de adquirir e guardar informações em comparação com métodos tradicionais em outros relatos (MELO e ALVES, 2011). Tais resultados são reforçados e discutidos a partir da análise dos mapas conceituais e do questionário de avaliação de usabilidade, a seguir.

4.3 MAPAS CONCEITUAIS

Ao longo da intervenção, cada grupo realizou a produção de um mapa, compondo um total de 10 mapas conceituais. Apesar de alguns alunos não terem trabalhado com esse recurso anteriormente, observou-se que os grupos conseguiram expor os conceitos sobre a célula eucarionte animal de maneira hierarquizada e, ao mesmo tempo, mostraram inter-relações entre os termos.

4.3.1 Categorização dos mapas conceituais por forma de produção e características de composição

Para a análise dos diferentes tipos de mapas, utilizou-se a proposta de categorização sugerida por Tavares (2007), de acordo com sua forma de produção e características de composição que permitiram agrupar os mapas em teia de aranha, fluxograma, sistema e hierárquico (página 30), conforme demonstrado na Figura 6.

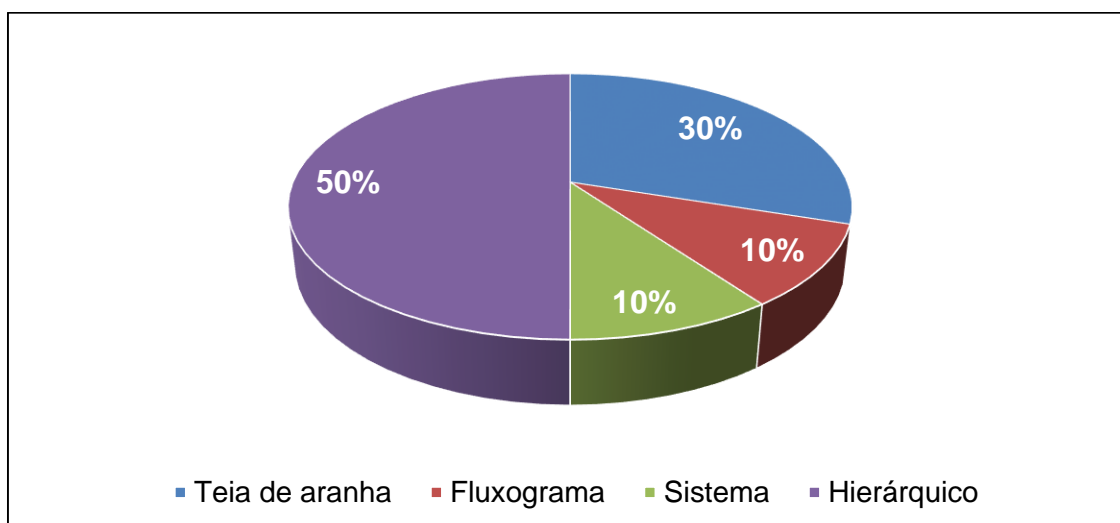


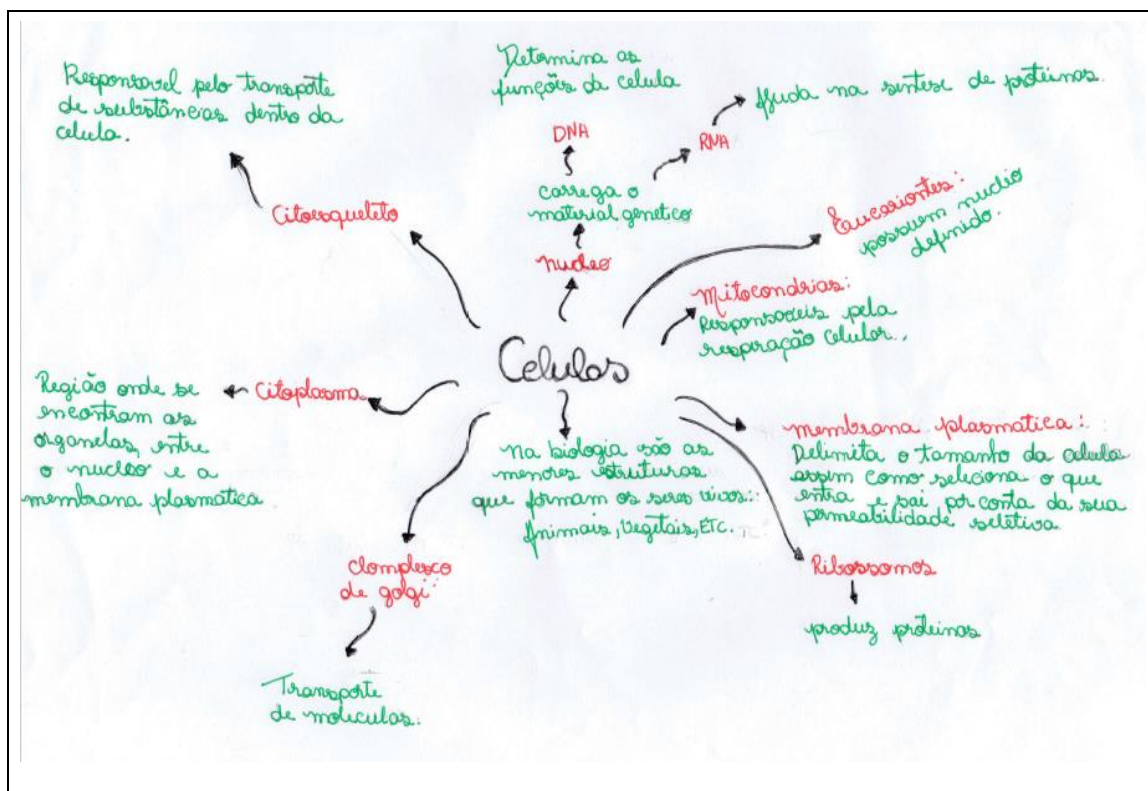
Figura 6. Distribuição dos tipos de mapas conceituais na pesquisa.
Fonte: Autor (2016).

Para Tavares (2007) mapas conceituais hierárquicos, que correspondem a 50% das produções analisadas nesta pesquisa, se apresentam tal e qual um instrumento para organizar o conhecimento construído pelos alunos, como também, um facilitador da meta-aprendizagem. Considerando os conceitos relacionados à célula, observa-se que estes proporcionam uma visão hierárquica, como por exemplo, os níveis de organização celular, representados pela membrana plasmática, pelo citoplasma, pelas organelas e pelo núcleo.

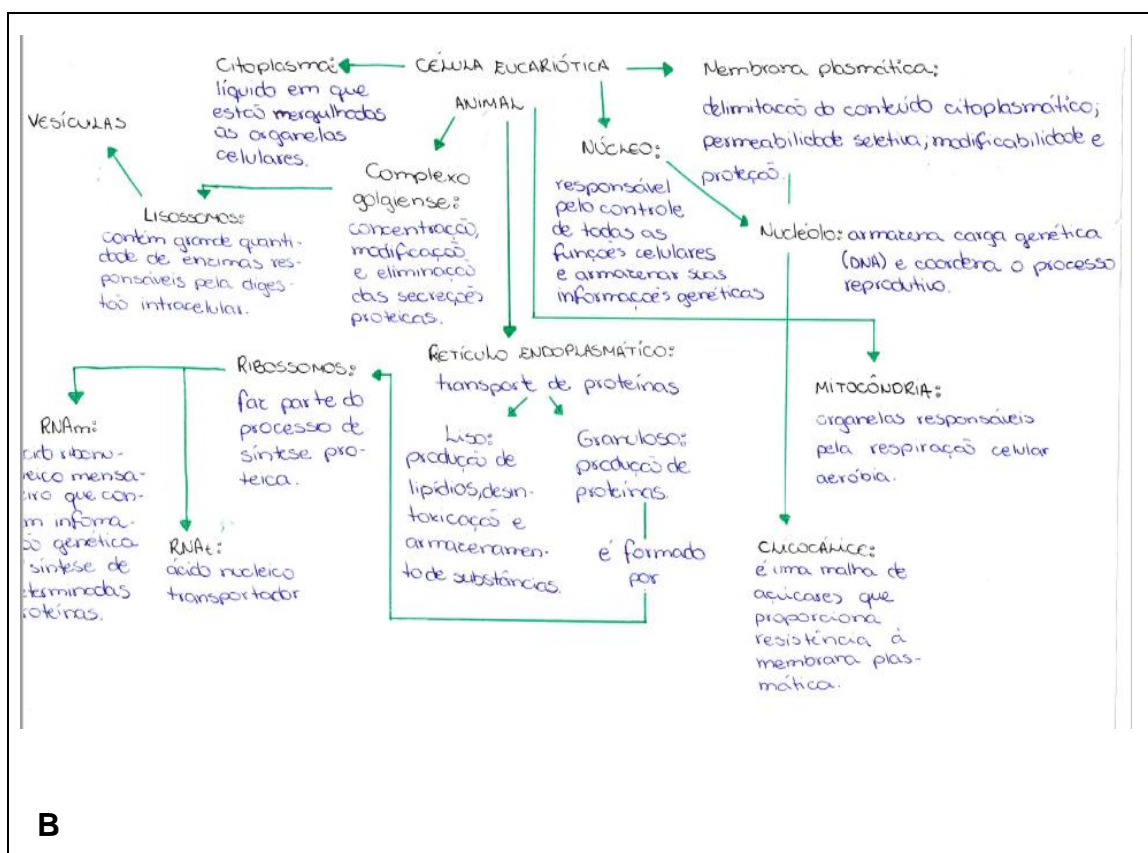
Embora a escolha pelo tipo de mapa esteja relacionada a facilidade de elaboração (teia de aranha – 30%), a clareza de observação de processos (fluxograma – 10%) ou pela ênfase do assunto que descreve (sistema – 10%), o único tipo que utiliza uma teoria cognitiva de forma explícita em sua elaboração é o modelo hierárquico (NOVAK e GOWIN, 1996).

Os mapas conceituais, identificados neste trabalho pelo código MC (numerados de 1 a 10), na sua maioria, apresentaram as características descritas por Novak e Gowin (1996), ou seja, seguiram uma hierarquia, onde o conceito mais geral (mais inclusivo) estava localizado no topo do mapa, tornando-se progressivamente mais específico passando, sempre que possível, pelos conceitos intermediários.

Na Figura 7 são representados exemplos de mapas dos tipos teia de aranha e hierárquico, sendo os de maior incidência entre os elaborados pelos alunos após as intervenções com as aulas expositivas dialogadas e o uso da animação interativa sobre a célula eucarionte animal.



A



B

Figura 7. Mapas conceituais. (A): Teia de aranha (MC3); (B): Hierárquico (MC8).
Fonte: Alunos participantes da pesquisa (2016).

Os mapas das Figuras 7A, 7B e 7C, mesmo apresentando conexões conceituais, demonstram que não foram utilizados muitos padrões hierárquicos de construção. Diferentemente desses, a Figura 7D mostra um mapa que expressa que houve uma construção de significados, que é evidenciado pelos níveis hierárquicos, e as relações coerentes entre os conceitos utilizados. Observa-se, ainda, que a condução das ideias, mesmo sem o uso das palavras de ligação, permite que a leitura do mapa condicione seu encaminhamento. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Gomes e Moreira (2010) no ensino de temas de ecologia e validam as vantagens da utilização do modelo hierárquico na construção dos mapas conceituais, quando comparados aos demais tipos (teia de aranha, fluxograma e sistema).

4.3.2 Categorização dos mapas conceituais por presença, quantidade e ausência de palavras-chave

A análise das palavras-chave (Figura 8) permitiu identificar dificuldades de aprendizagem expostas na construção dos modelos mentais, sendo possível um *feedback* para organizar as próximas aulas com base nos erros conceituais dos alunos, com o intuito de sanar as dúvidas relativas nas ligações entre os conceitos apresentados.

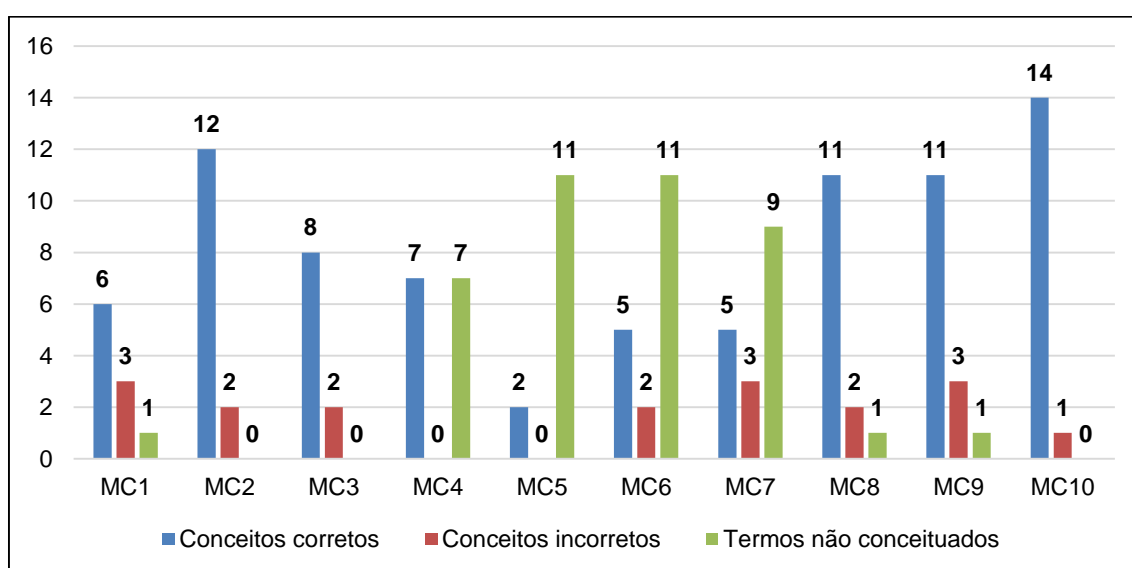


Figura 8. Quantidade e qualidade dos conceitos presentes nos mapas conceituais.
Fonte: Autor (2016).

A análise do gráfico permite, conforme a categorização proposta por Ruiz-Moreno (2007) e utilizada por Gomes e Moreira (2010), dividir os mapas em três grupos distintos, sendo eles: mapas parciais, mapas completos e mapas incompletos. Os mapas parciais (alguns erros conceituais ou baixo número de conceitos) constituíram 40% (MC1, MC5, MC6 e MC7) das análises, e ‘mapas completos’ (MC2, MC3, MC8, MC9 e MC10) representaram 50% dos mapas produzidos pelos estudantes.

Em todos os mapas analisados percebe-se que os conceitos, são unidos por setas direcionadas e que, em alguns, também ocorre o uso de palavras de ligação, demonstrando o significado lógico, atribuído pelos alunos no processo de organização do conhecimento. Ainda pelo sistema de categorização dos mapas, foi possível classificar 10% (MC4) das produções em um terceiro grupo de análise, sendo este denominado ‘mapas incompletos’ (com poucas estruturas de ligação).

4.3.3 Relações entre o organizador prévio e o conteúdo de Biologia

Observou-se nos mapas conceituais o uso de determinados termos na construção dos conceitos demonstrando que os alunos fizeram relações do tema (célula) com o organizador prévio (cidade), como observado no Quadro 5.

Quadro 5. Levantamento dos termos relacionados à cidade encontrados nos mapas conceituais.

MAPA CONCEITUAL	TERMOS RELACIONADOS À CIDADE
MC1	‘limpeza’, ‘armazena’, ‘trabalha’, ‘proteger’, ‘transporte’.
MC2	‘delimitar’, ‘guardar’, ‘transporta’, ‘montar’, ‘distribuição’.
MC3	‘transporte’; ‘carrega’, ‘delimita’, ‘produz’.
MC4	‘locomoção’, ‘delimita’, ‘coleta’, ‘produção’.
MC5	‘espaço’, ‘segurança’, ‘suporte’, ‘produtos’, ‘coleta’, ‘limpeza’, ‘setor’.
MC6	‘energia’, ‘espaço’, ‘tratamento’, ‘produtos’, ‘comanda’.
MC7	‘retira’, ‘montam’, ‘transformam’, ‘distribuição’, ‘transportam’, ‘construção’.
MC8	‘transporte’, ‘armazenamento’, ‘controle’, ‘delimitação’.
MC9	‘comanda’, ‘transporte’, ‘resíduos tóxicos’, ‘fronteira’, ‘circulação’.
MC10	‘transporte’, ‘energia’, ‘limpeza’, ‘delimita’, ‘coletam’.

Fonte: Autor (2016).

Tais termos, e suas variações, estão presentes na animação interativa e foram trabalhados no organizador prévio, referindo-se à estruturas e funções de setores da cidade em relação aos seus equivalentes na célula eucarionte animal. Dessa maneira, pode-se inferir que se estabeleceram relações entre os conhecimentos prévios e o novo conteúdo, criando maiores possibilidades para a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

De acordo com Tavares (2007), quando um aluno utiliza o mapa durante o processo de aprendizagem de um determinado tema, surgem suas dificuldades de entendimento sobre o tema. Em concordância, foi observado durante a aplicação, em cinco dos principais conceitos contemplados no estudo da célula eucarionte animal, problemas quanto à ausência de conceitos relevantes, termos não conceituados (apenas citados) ou incorretos, como evidenciado na Tabela 1.

Tabela 1. Levantamento de conceitos ausentes, não conceituados (citações) ou incorretos nos 10 mapas conceituais elaborados.

CONCEITO	OCORRÊNCIA NOS MAPAS	CONCEITO CORRETO	CONCEITO INCORRETO	TERMO NÃO CONCEITUADO
Citoesqueleto	90% (9 de 10)	33,33% (3 de 9)	22,22% (2 de 9)	44.44% (4 de 9)
Citoplasma	100% (10 de 10)	40% (4 de 10)	20% (2 de 10)	40% (4 de 10)
Complexo golgiense	100% (10 de 10)	30% (3 de 10)	40% (4 de 10)	30% (3 de 10)
Retículo Endoplasmático Liso	80% (8 de 10)	40% (4 de 8)	30% (2 de 8)	30% (2 de 8)
Retículo Endoplasmático Rugoso	80% (8 de 10)	25% (2 de 8)	37,5% (3 de 8)	37,5% (3 de 8)

Fonte: Autor (2016).

Justifica-se assim, a relevância da retomada dos mapas conceituais a partir da socialização realizada em sala de aula. Com base na explicação de cada grupo sobre o mapa produzido para o restante da turma, foi possível aos alunos

perceberem com clareza e especificidade as lacunas presentes em seus próprios mapas e consequentemente, facilitar a construção de significados sobre a temática estudada.

De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem por recepção significativa ocorre à medida que o material de instrução potencialmente significativo entra no campo cognitivo do aprendiz, interage com o mesmo e é ancorado de forma adequada a um sistema conceitual relevante e mais inclusivo. Assim, a retomada da construção dos mapas conceituais possibilitou aos estudantes uma elaboração eficaz de significados sobre a célula.

4.4 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

A partir dos questionários respondidos pelos 35 alunos, foram obtidas pontuações para cada item (Apêndice D), com base na escala Lickert (página 50) e a partir do cálculo de médias aritméticas com auxílio do programa *Microsoft Excel*, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Médias das respostas do questionário.

Número da afirmação	Média das respostas	Número da afirmação	Média das respostas
01	4,65	09	4,51
02	4,28	10	3,88*
03	4,74**	11	4,71**
04	4,77**	12	4,14
05	4,60	13	4,42
06	4,71**	14	4,09
07	4,02	15	4,00
08	3,94*	---	---

Fonte: Autor (2016).

Relativo às usabilidades técnica e pedagógica, os critérios que tiveram uma pontuação menor na avaliação (* na tabela 2), foram os presentes nas afirmações 8 (É agradável usar este material com outro colega no mesmo computador) com média de 3,94 pontos; seguida pela afirmação 10 (Os sons deste material ajudam a aprender o conteúdo) com média de 3,88 pontos.

No tocante ao uso da animação com outro colega no mesmo computador (afirmação 8), 8,5% (3 de 35) dos alunos ficaram 'indecisos', não conseguindo dizer se esse momento foi agradável e 17,1% (6 de 35) 'discordaram parcialmente' dessa afirmação sugerindo certo desconforto. Tal resultado vai de encontro a uma proposta colaborativa no uso das novas tecnologias. De acordo com Melo e Ferreira (2012), as tecnologias digitais têm como um de seus aspectos negativos a individualização do jovem, principalmente no que diz respeito ao uso de aparelhos celulares e computadores portáteis, fato que colabora para a compreensão da avaliação deste critério.

Com relação aos estímulos auditivos (afirmação 10), 17,1% (6 de 35) dos alunos se posicionou como 'indeciso' e 11,4% (4 de 35) escolheram a opção 'discordo parcialmente' quanto as contribuições dos sons para a aprendizagem do conteúdo. Segundo O'day (2006) o uso de narrações acompanhadas de porções de textos e em tom coloquial, tal quais as utilizadas na animação interativa 'Celulópolis', aumentam a eficácia do recurso no processo de ensino, o que corrobora com a aceitação satisfatória dos sons da animação por 71,4% (25 de 35) dos participantes.

Os critérios que alcançaram as maiores pontuações (** na tabela 2) foram os das afirmações 4 (As telas da animação interativa com seus textos, botões e figuras tem formato de fácil reconhecimento) com média de 4,77 pontos; 3 (Existem funções que permitem alternar/retornar facilmente entre os menus ou telas da animação interativa) com média de 4,74 pontos; 6 (Foi fácil aprender a usar a animação interativa, não foi preciso ficar pedindo muita ajuda ao professor para entender como o sistema funciona) e 11 (As animações deste material ajudam a aprender o conteúdo) ambas com a média de 4,71 pontos.

Os resultados dos critérios de conformidade avaliados nas afirmações 4 (As telas da animação interativa com seus textos, botões e figuras tem formato de fácil reconhecimento) e 6 (Foi fácil aprender a usar a animação interativa, não foi preciso ficar pedindo muita ajuda ao professor para entender como o sistema funciona) indicaram que a interface corresponde às expectativas dos usuários, sendo-lhes compreensíveis as convenções usadas na maioria dos textos, figuras e símbolos. Em comparação com as análises de Mendes (2010)

na produção de animações e vídeos para o ensino de Biologia, atribuiu-se as boas pontuações dessas afirmações ao fato da animação interativa dispor de uma estrutura simples de navegação.

Quanto a controlabilidade do material, o resultado da afirmação 3 (Existem funções que permitem alternar/retornar facilmente entre os menus ou telas da animação interativa) apresenta-se satisfatório, pois possibilita ao aluno navegar facilmente entre telas e menus de aplicação da animação, apesar de não permitir que as perguntas do jogo 'Construindo Celulópolis' sejam feitas na ordem que o usuário quiser. No entanto, conforme Abreu (2010), essa possibilidade acabaria permitindo que o usuário passe de uma etapa para outra sem ter concluído as atividades com sucesso, não alcançando uma boa aprendizagem.

Sobre a aceitação das animações, os resultados da afirmação 11 (As animações deste material ajudam a aprender o conteúdo) demonstraram que 71,4% (25 de 35) 'concordaram totalmente' e 28,5% (10 de 35) 'concordaram parcialmente' com as contribuições das animações na aprendizagem do conteúdo de Biologia Celular. O bom resultado desse critério dialoga com dois atributos pedagógicos preferenciais para uma animação propostos por O'day (2006) que se referem ao uso combinado de imagens e palavras em efeito multimídia e a representação de objetos na tela em movimento.

Evidenciou-se na aplicação do questionário, que a maioria das médias dos critérios possui valor superior a 4,00 pontos. A média aparada de todos os critérios foi calculada em 4,35 pontos, o que equivale a dizer, de acordo com a pontuação da escala Lickert (ABREU, 2010), que estes critérios se aproximam de um nível ideal de aceitação da animação interativa pelos estudantes participantes da pesquisa.

4.5 ANÁLISE CONJUNTA DOS MAPAS CONCEITUAIS E DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Os resultados mostraram evidências de que é possível obter bons resultados desenvolvendo animações com programas computacionais básicos, se assemelhando aos resultados apresentados por Mendes (2010) na produção de animações e vídeos para o ensino de Biologia Celular e de Mello e Ferreira (2012) na produção de um software educativo para o ensino da fisiologia do sistema respiratório. Por conseguinte, a elaboração de materiais dessa natureza, além de possibilitar bons resultados pedagógicos, também apresenta vantagens quanto aos custos e tempo investidos desenvolvimento de recursos digitais similares.

Sobre a presença da Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial, a associação da informação nova com o conhecimento prévio, oriundo da vivência dos estudantes, foi propiciada também pela proposta da animação interativa utilizada e, conseqüentemente, das interações entre a teoria e a prática pedagógica. Tais aspectos corroboram com os resultados de Cardoso (2012) no uso de simulações computacionais junto à Teoria da Aprendizagem Significativa para o ensino de Física, validando o sucesso do recurso digital enquanto material potencialmente significativo para o ensino de Biologia Celular.

Não se exclui a possibilidade de bons resultados no ensino utilizando outras teorias de aprendizagem, a exemplo os resultados satisfatórios de Mello e Ferreira (2012) com o uso da Teoria dos Fenômenos da Comunicação, assim como a aplicação de diferentes metodologias como aulas expositivas e o livro didático. Porém, defende-se que o professor precisa embasar sua prática em um referencial teórico sob como se aprende para atuar de forma reflexiva e competente em busca de soluções para os problemas de ensino e aprendizagem de seus alunos.

Também se faz necessária a busca por novas estratégias metodológicas visando atender as diferentes formas como seus alunos aprendem determinado

conteúdo. Destaca-se que as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação constituem um campo de pesquisa relativamente novo, que além de promissor, é pouco explorado, visto o número substancial de trabalhos nesta área.

Assim, este trabalho contribuiu em seus resultados, material produzido e novas linhas de investigação, para entender o quanto a Teoria da Aprendizagem Significativa e as animações interativas, além de outros materiais dessa natureza, podem contribuir no ensino e aprendizagem nas diversas disciplinas da educação básica.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa realizada, cuja proposta foi verificar a eficácia de um instrumento didático digital produzido para o ensino de Biologia Celular com base na Teoria da Aprendizagem Significativa, pode-se afirmar que esses recursos são ferramentas valiosas no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, torna-se pertinente saber que recursos digitais podem ser desenvolvidos com aplicativos de simples utilização, sendo esse um incentivo para que diversos docentes busquem aprimorar seus conhecimentos sobre as novas tecnologias.

A análise dos resultados permite concluir que as novas informações foram assimiladas pelas estruturas cognitivas dos estudantes ao interagirem com seus conhecimentos prévios de forma significativa. Verificou-se que o trabalho dinâmico dos alunos, através das atividades desenvolvidas com a animação interativa e os mapas conceituais, levou a um maior interesse pelos conteúdos de Biologia Celular, o que sem dúvida contribuiu para uma aprendizagem significativa deste conteúdo.

O uso de novas tecnologias tem estado presente nas discussões para modernização da educação. Embora possibilitem aos alunos o acesso imediato a uma infinidade de informações, cabe destacar alguns aspectos importantes como: o papel central do professor para o uso adequado e eficaz das tecnologias existentes, a ideia de que o uso da tecnologia seja parte integrante de uma proposta pedagógica fundamentada em uma ou mais teoria de aprendizagem e o papel ativo do aluno na produção de novos conhecimentos a partir das atividades de interação com as tecnologias educacionais.

Assim, também como fruto desse trabalho, espera-se oferecer uma metodologia para produção de recursos digitais, não somente animações, mas vídeos, jogos e outros, assim como, de critérios para teste da usabilidade desses materiais educacionais que poderão ser utilizados por professores e alunos, estimulando que esses recursos sejam mais experimentados e produzidos pelos docentes nas instituições de educação básica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. C. B. **Avaliação de usabilidade em softwares educativos**. 2010. 109 p. Dissertação (Mestrado Integrado Profissional em Computação Aplicada). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. 2010.
- ALBERTS, B. **Biologia Molecular da Célula**. 5ª edição: Porto Alegre: Artmed, 2010.
- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology**: A cognitive view. Nova York, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1968.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português de Lígia Teopisto, do original The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. 2003.
- BARRETO, R. G. Tecnologia e Educação: Trabalho e Formação docente. **Educ. Soc.**, Campinas, vol. 25, n. 89, p. 1181-1201. dez, 2004.
- BONILLA, M. H. S. **Escola aprendente**: desafios e possibilidades postos no contexto da sociedade do conhecimento. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação, Salvador, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCNEM**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **BNCC**: Base Nacional Curricular Comum. Proposta preliminar. 2ª versão revista. Brasília: MEC, 2016.
- BONZANINI, T. K. **Avanços recentes em Biologia Celular e Molecular, questões éticas implicadas e sua abordagem em aulas de Biologia no ensino médio**: um estudo de caso. 178 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Faculdade de Ciências de Bauru, Bauru. 2005.
- CARDOSO, S. O. C. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 2: p. 891-934, out. 2012.

- CHAGAS, A. T. R. O questionário na pesquisa científica. **Administração On Line**. v.1, n. 1. p. 1-13. 2010.
- CUNHA, K. M. C. B. **O ensino e a aprendizagem significativa da célula no contexto da disciplina de Biologia do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública no Rio de Janeiro**. 207 p. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde). Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2011.
- DE ROBERTIS, E.; HIB, J. **Bases da Biologia Celular e Molecular**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- GOMES, R. C. B. A.; MOREIRA, A. L. O. R. O uso de mapas conceituais em temas de ecologia. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. Secretaria de Educação do Estado de Paraná, 2010.
- GUEDES, J. R.; GUEDES, C. L. Produção de Software Educativo através de um projeto interdisciplinar. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO (CBComp2004), p. 223-228, Itajaí. **Anais...** Itajaí: CBCOMP, 2004.
- JUCÁ, S. C. S. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. **Ciências e Cognição**. v. 8. p. 22-28, 2006.
- JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 8ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- KRASILCHIK, M. **Prática do Ensino de Biologia**. 2ª edição. São Paulo: Editora Harbra, 1994.
- LEITE, B. S. M-learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 3, p. 55-68, 2014.
- LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química**. 1ª edição Curitiba: Appris, 2015.
- LEMOS, E. S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(1), pp. 25-35, 2011.
- LIMA, J. M. M.; AYUB, C. L. S. C.; MORALES, A. G.; LORENCINI JÚNIOR, A. Aproximação entre a teoria histórico-crítica e a aprendizagem significativa: uma prática pedagógica para o ensino de Biologia. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V2(2), pp. 54-64, 2012.

- LINHARES, I.; TASCHETTO, O.M. A citologia no ensino fundamental. In: Bergmann, S.R.; França, V.F.; Santos, W.T. (Org.). **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. 1ed. Curitiba: SEED, v.1, p.1-25. 2011.
- MASSABNI, V. G. O construtivismo na prática de professores de ciências: realidade ou utopia? **Ciências & Cognição**, vol. 10, p.104-114, 2007.
- MELO, G. S.; ALVES, L. A. **Dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de biologia celular em iniciantes do curso de graduação em Ciências Biológicas**. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2011.
- MELLO, K. A.; FERREIRA, R. A. **Produção e aplicação de software educativo, e avaliação de sua contribuição no desenvolvimento da aprendizagem no ensino de Biologia**. 74 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas). Universidade do Estado da Bahia, Teixeira de Freitas. 2012.
- MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio**. 103 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília. 2010.
- MORAES, R. M. **A aprendizagem significativa de conteúdos de Biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais**. 175 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande. 2005.
- MORAES, R. M.; GRIGOLI, J. A. G. Aprendizagem significativa de conteúdos de Biologia no ensino médio mediante o uso de mapas conceituais, com apoio de um software específico aliado ao uso de organizadores prévios. **Série-Estudos – Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**. Campo Grande-MS, n. 21, p. 131-143, jan/jun. 2006.
- MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRIGUEZ, M. L. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España. pp.19-44. 1997.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel**. 2ª edição. São Paulo: Centauro, 2006.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 1ª edição. São Paulo: Centauro, 2010.

- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: A teoria e textos complementares. 1ª edição. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- NOGUEIRA, J. S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J. M.; PAULO, S. R. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, nº. 4, Dezembro, 2000.
- NOKELAINEN, P. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. **Educational Technology & Society**, v.9 (2), p. 178–197. 2006.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. (1996) **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução de Learning how to learn. (1984) Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- O'DAY, D. H. Animated Cell Biology: A quick and easy method for making effective, high-quality teaching animations. **CBE – Life Sciences Education**. v. 5. p. 255-263. 2006.
- OLIVEIRA, C. C. **Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo**. 1ª ed. Campinas-SP: Papirus. 144 p. 2006.
- OLIVEIRA, E. M.; STOLLAR, H. L. F.; MORAES, K. C. M. Tornando o ensino de ciências (biologia celular) mais dinâmico e eficaz através de atividades práticas. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação da Universidade do Vale do Paraíba, p. 1-6, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INIC/EPG, 2009.
- PALMERO, L. R.; MOREIRA, M. A. **Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la Célula**: dos estudios de casos. IN: www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4; acessado em 24/05/16.
- PARNAIBA, C. S.; GOBBI, M. C. Os jovens e as tecnologias da informação e da comunicação: aprendizado na prática. **Revista Anagrama**: Revista Científica Interdisciplinar da Graduação, ano 3, edição 4, 2010.
- RAMONET, I. **Geopolítica do caos**. Petrópolis (RJ): Ed. Vozes, 1998.
- RODRIGUES JÚNIOR, J. F. **Manual para formação do instrutor**. Brasília: Universa, 2002.
- ROSSETTO, E. S. O jogo das organelas: o lúdico na Biologia para o Ensino Médio e Superior. **Revista Iluminart do IFSP**, v. 1, n. 4, 2010.

- RUIZ-MORENO, L.; SONZOGNO, M. C.; BATISTA, S. H. S.; BATISTA, N. A. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.
- SANTOS, G. H.; ALVES, L.; MORET, M. A. Modellus: animações interativas mediando a aprendizagem significativa dos conceitos de física no ensino médio. **Sitientibus Série Ciências Físicas**. 02: 56-67, 2006.
- SANTOS, J. S. **Avaliação dos conteúdos de biologia celular no Ensino Médio**: estudo de caso sobre a prática docente e sua relação com exames de ingresso no Ensino Superior. 153p. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural). Universidade de Campinas, Campinas - SP. 2008.
- SOUZA, M. I. F.; TORRES, T. Z.; AMARAL, S. F. Produção de conteúdos educativos baseada na aprendizagem significativa. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC**, 9 (2), 89105. 2010.
- SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n.3, p. 795-810. 2010.
- SOUZA, R. A. **Teoria da aprendizagem significativa e experimentação em sala de aula**: integração teoria e prática. 139 p. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador. 2011.
- SSEMUGABI, Samnuel. **Usability Evaluation of a Web-based E-learning Application: A Study of Two Evaluation Methods**. 336 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas da Informação), University of South Africa, 2006.
- TAPSCOTT, Dan. **Geração Digital: A Crescente e Irreversível Ascensão da Geração Net**. São Paulo: Makron Books, 1999.
- TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**. Vol 12 (1): 72-85. 2007.
- TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciências & Cognição**. Vol 13 (2): 99-108. 2008.
- TEIXEIRA, J. M.; LIMA, B. A.; FAVETTA, L. R. A. **O conceito de célula investigado numa sala de aula de ensino médio: um estudo de caso**. In: 4ª Mostra Acadêmica - 4º Simpósio de Ensino de Graduação, 2006, Piracicaba - SP. 4ª Mostra Acadêmica - 4º Simpósio de Ensino de Graduação, 2006.

VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Rev. SOCERJ**. 20(5): 383-386. set/out. 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – GUIA PARA ELABORAÇÃO DE ANIMAÇÃO INTERATIVA

GUIA PARA ELABORAÇÃO DE ANIMAÇÃO INTERATIVA

Este tutorial descreve as etapas técnicas de produção de uma animação interativa, a partir de programas computacionais básicos. Por este último termo, se entende qualquer software ou aplicativo que não requer o conhecimento específico de linguagem de programação para sua utilização. Ao longo do texto, há sugestões para os leitores interessados em produzir um recurso digital semelhante ao desenvolvido nesta pesquisa de mestrado.

1. APLICATIVOS UTILIZADOS

Para a produção da animação interativa “*Celulópolis*”, optou-se pela utilização dos seguintes softwares:

Software	Descrição	Licença	Disponibilidade
Microsoft Power Point®	Software de criação e apresentação de slides.	Uso gratuito (pré-instalado no sistema Windows) ou disponível para compra com versão de avaliação gratuita com duração de 30 dias.	Pacote de aplicativos essenciais do Microsoft Office (Windows – todas as versões) ou disponível para compra online pela Microsoft. Disponível em: (https://products.office.com/pt-br/home) Acesso em: 24/set/2016.
CorelDRAW® Graphics Suite X8	Software de criação e edição de desenhos vetoriais, imagens e animações.	Disponível para compra com versão de avaliação gratuita com duração de 15 dias.	Disponível em: (http://www.coreldraw.com/br/free-trials/) Acesso em: 24/set/2016.
Voz do Narrador®	Diversas vozes em diferentes línguas para produção de áudios.	Disponível gratuitamente para download.	Disponível em: (http://escolhatecnologia.com.br/appstore/voz-do-narrador/pt-br/) Acesso em: 24/set/2016.
iSpring®	Conversor de arquivos para diferentes formatos de execução.	Disponível para compra com versão de avaliação gratuita com duração de 30 dias.	Disponível em: (https://www.ispringsolutions.com/ispring-free/download.html) Acesso em: 24/set2016.

Comentário do autor:

Os softwares descritos acima foram selecionados de acordo com os objetivos da pesquisa desenvolvida e habilidades do autor responsável pela produção da animação interativa.

Sugere-se que cada professor, a partir deste modelo, pesquise e utilize softwares e/ou aplicativos de sua preferência, ou seja, que estejam de acordo com suas necessidades pedagógicas e possibilidades técnicas.

2. PRODUÇÃO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA

2.1 TELAS E DIAGRAMAÇÃO

Todas as telas da animação interativa “Celulópolis” foram desenvolvidas em slides do Microsoft Power Point®, assim como toda a diagramação (espaços das imagens, textos, botões e títulos) a partir dos recursos de inserção e design deste software.

2.2 DESENHOS

Os desenhos constituintes da animação foram produzidos, com referência em modelos de livros ou da internet, no software CorelDraw® e, em seguida, transferidos para as telas do Microsoft Power Point® através dos recursos de ‘recortar’ e ‘colar’ comum aos programas.

Comentário do autor:

Para esta pesquisa optou-se pela criação de todos os desenhos em CorelDraw® vistas as habilidades do autor com este software e as necessidades de adequação nos desenhos, para atender aos objetivos pedagógicos da animação interativa. Porém, muitos recursos digitais consultados ao longo da pesquisa, utilizam imagens (desenhos, fotos ou esquemas, por exemplo) disponíveis na internet, ou seja, fazem uma reprodução fiel destes materiais. Destaca-se que desde que as respectivas fontes sejam citadas no material produzido, não existem nenhum problema em sua utilização. Em muitos casos, inclusive, reduz-se muito o tempo de elaboração do material, uma vez que a boa qualidade de determinadas imagens dispensa que estas sejam editadas ou recriadas.

2.3 ANIMAÇÕES E INTERATIVIDADE

Os mecanismos para controle da animação (menu, botões de acesso e abas de informações), foram desenvolvidos com a inserção de links no Microsoft Power Point®. Assim, foi possível conectar diferentes telas (slides) a partir da seleção dos recursos do material.

Para a produção das animações, os desenhos foram realizados em etapas no CorelDraw® e, após transferência, organizados e temporizados, a partir dos recursos de ‘Transições’ e ‘Animações’ do Microsoft Power Point®, para que as imagens estáticas passassem a ter movimento, formando uma sequência para visualização pelo usuário.

2.4 ÁUDIOS

Uma forma de aumentar a experiência de interatividade do recurso digital foi substituir os textos informativos por áudios. Neste caso, utilizou-se o aplicativo Voz do Narrador®, por ser um programa muito simples e eficiente.

Primeiramente foram selecionados o idioma e a voz que se desejava para os áudios: português (Brasil) e uma voz masculina. Em seguida, os textos foram digitados em um campo correspondente do aplicativo para a transcrição destes. Após a gravação, os áudios podem ser salvos no formato MP3 para uso em outros programas.

Após serem transferidos para o Microsoft Power Point®, os áudios são organizados e temporizados, formando uma sequência junto as animações e programados para acesso a partir dos mecanismos de controles (botões de acesso).

Comentário do autor:

A opção pela gravação de áudios com o uso de uma voz de computador deve-se ao fato de não haver alterações de volume ou entonação na voz, assim como fundos sonoros indevidos ao longo das narrações.

2.5 FORMATO FINAL

Visando a aplicabilidade do recurso digital optou-se pela utilização do software iSpring® para conversão da apresentação, inicialmente em formato Microsoft Power Point®, para um formato mais fácil de distribuir e armazenar, tais como em Flash (.SWF) ou em arquivo executável (.EXE). Além disso, essas opções de formato final não permitem modificações realizadas por terceiros ou erros de execução em diferentes computadores.

2.6 ORGANIZAÇÃO

Visando facilitar a utilização da animação interativa foram criadas algumas áreas ao longo do material:

INICIAR: Área que apresenta o menu de acesso e as informações iniciais de utilização do recurso;

INSTRUÇÕES: Área destinada a explicar o significado dos botões de acesso, facilitando a navegação pela animação interativa;

INFORMAÇÕES: Traz informações básicas ao usuário (título, tipo de recurso, objetivo, descrição do recurso, tema, idioma, país e autoria);

REFERÊNCIAS: Fontes consultadas para seleção e organização dos conteúdos explorados pelo recurso digital;

CRÉDITOS: Autoria do projeto (desenvolvimento, orientação, assessoria, instituição da produção).

3. VIABILIDADE TÉCNICA DA PRODUÇÃO DE RECURSOS DIGITAIS

Comentário do autor:

A viabilidade técnica para a produção de recursos digitais deve ser avaliada pelo professor com base em fatores como suas habilidades computacionais, tempo disponível para produção dos materiais e objetivos pedagógicos propostos. Assim, muitas adequações podem ser realizadas a este tutorial ou a outros disponíveis na internet, a fim de otimizar o trabalho docente a partir da realidade e possibilidades da cada profissional.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

1 – Identificação do Responsável pela Execução da Pesquisa:

Título: Utilização de animações interativas aliada à teoria da aprendizagem significativa: um recurso no ensino de Biologia Celular
Pesquisador Responsável: Prof. ^a Dr. ^a Karina Carvalho Mancini
Nome do aluno participante: Rafael Antunes Ferreira
Contato com pesquisador responsável Endereço: Rodovia BR 101 Norte, km 60 – Bairro Litorâneo – São Mateus – ES – CEP: 29932-540 Telefone(s): (27) 3312-1542
Comitê de Ética em Pesquisa Rodovia BR 101 Norte, km 60 – Bairro Litorâneo – São Mateus – ES – CEP: 29932-540 Tel: +55 (27) 3312-1519 – email: cep@ceunes.ufes.br

2 – Informações ao participante ou responsável:

1) Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada: Utilização de animações interativas aliada à teoria da aprendizagem significativa: um recurso no ensino de Biologia Celular

A pesquisa terá como objetivo geral: Desenvolver uma metodologia para o ensino do tema célula no primeiro ano do ensino médio com base no uso de animações interativas aliadas à teoria da aprendizagem significativa.

2) Antes de aceitar participar da pesquisa, leia atentamente as explicações que informam sobre o procedimento.

3) Nesta pesquisa, primeiramente você será convidado a participar, durante dez aulas na disciplina de Biologia, da utilização de uma animação interativa sobre o tema célula. Em um segundo momento, você responderá a um questionário sobre as características do recurso didático e da estratégia metodológica desenvolvida.

4) Durante sua participação, você poderá recusar responder a qualquer pergunta ou submeter-se a procedimento que por ventura lhe cause algum constrangimento.

5) Você poderá se recusar a participar da pesquisa em qualquer momento, sem nenhuma penalização ou prejuízo.

6) A sua participação na pesquisa será como voluntário, não recebendo nenhum privilégio, seja ele de caráter financeiro ou de qualquer natureza. Entretanto, lhe serão garantidos todos os cuidados necessários à sua participação de acordo com seus direitos individuais e respeito ao seu bem-estar físico e psicológico.

7) Não se tem em vista que a sua participação poderá envolver riscos ou desconfortos. Prevêem-se como benefícios da realização dessa pesquisa a participação de interação com o recurso metodológico desenvolvido, a ser utilizado durante o desenvolvimento da pesquisa.

8) Serão garantidos o sigilo e privacidade aos participantes, assegurando-lhes o direito de omissão de sua identificação ou de dados que possam comprometê-lo. Na apresentação dos resultados não serão citados os nomes dos participantes.

9) Os resultados obtidos com a pesquisa serão apresentados em eventos ou publicações científicas.

Confirmo ter sido informado e esclarecido sobre o conteúdo deste termo. A minha assinatura abaixo indica que concordo em participar desta pesquisa e por isso dou meu livre consentimento.

Teixeira de Freitas, _____ de _____ de _____.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Nome do responsável do participante: _____

Assinatura responsável do participante: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

Telefone do pesquisador responsável: (27) 3312-1542

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO DA INSTITUIÇÃO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu, *Rafael Antunes Ferreira*, aluno do Programa de Pós Graduação em Ensino na Educação Básica (CEUNES/UFES), nível mestrado, venho pelo presente, solicitar vossa autorização para realização de projeto de intervenção/ pesquisa no *Colégio Integração*, durante as aulas de Biologia, para o trabalho de dissertação de mestrado intitulado “*Utilização de animações interativas aliada à teoria da aprendizagem significativa: um recurso no ensino de Biologia Celular*”, sob orientação da Professora *Karina Mancini* (DCAB/CEUNES).

Este projeto tem como objetivo *desenvolver uma metodologia para o ensino do tema célula no primeiro ano do ensino médio com base no uso de animações interativas aliadas à teoria da aprendizagem significativa*. Os procedimentos adotados serão *realização de projeto de intervenção a partir da utilização de um recurso metodológico digital (animação interativa)*. Esta atividade não apresenta riscos aos sujeitos participantes, professor de Biologia e alunos, nem eventuais desconfortos resultantes do processo. O período previsto para coleta de dados será entre 26 de julho a 23 de agosto de 2016.

Espera-se com esta pesquisa, contribuir com a prática docente e aprendizagem sobre Biologia Celular. Qualquer informação adicional poderá ser obtida através do Comitê de Ética em Pesquisa da –CEUNES/UFES e pelo aluno executor (antunes.rf@gmail.com, (73) 99958-1640).

A qualquer momento vossa senhoria poderá solicitar esclarecimento sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa que está sendo realizado e, sem qualquer tipo de cobrança, poderá retirar sua autorização. Os pesquisadores aptos a esclarecer estes pontos e, em caso de necessidade, dar indicações para solucionar ou contornar qualquer mal estar que possa surgir em decorrência da pesquisa.

Os dados obtidos nesta pesquisa serão utilizados na publicação de trabalhos científicos e que, assumimos a total responsabilidade de não publicar qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes de vossa instituição como nome, endereço e outras informações pessoais não serão em hipótese alguma publicados. Na eventualidade da participação nesta pesquisa, causar qualquer tipo de dano aos participantes, nós pesquisadores nos comprometemos em reparar este dano, e ou ainda prover meios para a reparação. A participação será voluntária, não fornecemos por ela qualquer tipo de pagamento.

Autorização Institucional

Eu, _____ responsável pelo *Colégio Integração*, declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa acima, e concordo em autorizar a execução da mesma nesta instituição. Caso necessário, a qualquer momento como instituição CO-PARTICIPANTE desta pesquisa poderemos revogar esta autorização, se comprovada atividades que causem algum prejuízo à esta instituição ou ainda, a qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes desta instituição. Declaro também, que não recebemos qualquer pagamento por esta autorização bem como os participantes também não receberão qualquer tipo de pagamento.

Pesquisador

Orientador

Responsável pela Instituição

APÊNDICE D – PLANO DE AULA (INTERVENÇÃO)

PLANO DE AULA – AULAS 1 A 10

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

NÍVEL DE ENSINO: Ensino Médio

ANO/SÉRIE: 1º ano

DISCIPLINA: Biologia

2. TEMA

Biologia Celular

3. OBJETIVOS

- Compreender a classificação da célula eucarionte animal.
- Conhecer a organização e propriedades da membrana plasmática.
- Conhecer as organelas celulares e suas respectivas funções.
- Compreender as características do núcleo.

4. CONTEÚDOS DE ENSINO

- Célula eucarionte animal: características e organização celular.
- Membrana plasmática e estruturas anexas.
- Citoplasma.
- Organelas citoplasmáticas.
- Núcleo.

5. PROCEDIMENTOS DE ENSINO

AULA 1 – TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

Utilização do organizador prévio: dinâmica de organização e funcionamento de uma cidade

AULA 2 – TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

- Organização celular

- Célula eucarionte
- Célula eucarionte animal
- Membrana plasmática
- Glicocálix
- Citoplasma

AULA 3 – TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

- Citoesqueleto
- Ribossomos
- Retículo endoplasmático rugoso
- Retículo endoplasmático liso
- Complexo golgiense

AULA 4 – TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

- Mitocôndrias
- Lissosomos
- Peroxissomos
- Centríolos
- Núcleo

AULAS 5 e 6 – TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

Produção coletiva de mapas conceituais sobre célula eucarionte animal.

AULA 7 – TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

Socialização dos mapas conceituais.

AULAS 8 e 9 – TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

Nova aplicação da animação interativa após correções e melhorias técnicas diagnosticadas durante as aulas 1 a 4.

AULA 10– TEMA DA AULA: CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL

Aplicação do questionário de usabilidade da animação interativa.

6. RECURSOS DE ENSINO

- Animação interativa (*software*): “Celulópolis”
- Projetor multimídia
- Computadores
- Folhas A4
- Lápis, canetas e lápis de cor

7. AVALIAÇÃO

Produção coletiva de um mapa conceitual sobre célula eucarionte animal.

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA ANIMAÇÃO INTERATIVA

Fonte: Adaptado de Abreu (2010).

Olá!

As informações deste questionário são destinadas a avaliar a facilidade de uso da animação interativa que você acabou de utilizar. Fique à vontade em responder, pois o que está sendo avaliado é este material e não você.

01. A animação interativa tem todas as funções necessárias para sua utilização, disponibilizadas de forma eficiente para as tarefas correspondentes.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

02. É possível entender com facilidade as palavras, sons, nomes ou símbolos que estão nesta animação interativa.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

03. Existem funções que permitem alternar/retornar facilmente entre os menus ou telas da animação interativa.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

04. As telas da animação interativa com seus textos, botões e figuras tem formato de fácil reconhecimento.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

05. A animação interativa pode ser entendida e usada por qualquer aluno, com pouca ou muita experiência no uso de computadores.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

06. Foi fácil aprender a usar a animação interativa, não foi preciso ficar pedindo muito ajuda ao professor para entender como o sistema funciona.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

07. O conteúdo da animação consegue prender a atenção do usuário.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

08. É agradável usar este material com outro colega no mesmo computador.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

09. As imagens deste material ajudam a aprender o conteúdo.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

10. Os sons deste material ajudam a aprender o conteúdo.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

11. As animações deste material ajudam a aprender o conteúdo.

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

12. É mais útil aprender assuntos com este material do que em sala de aula normal. (É melhor do que usar livro de estudos normal) .

()	()	()	()	()
Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Indeciso	Discordo parcialmente	Discordo totalmente

13. A animação interativa estimula o interesse de aprender os tópicos deste material mais profundamente.

() Concordo totalmente	() Concordo parcialmente	() Indeciso	() Discordo parcialmente	() Discordo totalmente
-------------------------------	---------------------------------	-----------------	---------------------------------	-------------------------------

14. A quantidade de informações em cada tópico é suficiente, não sendo difícil aprender o assunto de algum tópico.

() Concordo totalmente	() Concordo parcialmente	() Indeciso	() Discordo parcialmente	() Discordo totalmente
-------------------------------	---------------------------------	-----------------	---------------------------------	-------------------------------

15. É possível cometer erros durante as atividades, e a animação interativa dá um aviso amigável para solução de cada erro.

() Concordo totalmente	() Concordo parcialmente	() Indeciso	() Discordo parcialmente	() Discordo totalmente
-------------------------------	---------------------------------	-----------------	---------------------------------	-------------------------------